



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**

**ADIÇÃO DE XILANASE COM DIFERENTES NÍVEIS DE  
ENERGIA METABOLIZÁVEL EM RAÇÕES PARA FRANGOS DE  
CORTE**

Guilherme Souza Lima

AREIA - PARAÍBA  
AGOSTO DE 2015

# **ADIÇÃO DE XILANASE COM DIFERENTES NÍVEIS DE ENERGIA METABOLIZÁVEL EM RAÇÕES PARA FRANGOS DE CORTE**

Autor: Guilherme Souza Lima

Dissertação apresentada à Universidade Federal da Paraíba, Centro de Ciências Agrárias, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, para obtenção do Título de Mestre em Zootecnia.

## **Comitê de orientação:**

Professor Dr. Fernando Guilherme Perazzo Costa

Professor Dr. José Humberto Vilar da Silva

Professor Dr. Ricardo Romão Guerra

AREIA - PARAÍBA  
AGOSTO DE 2015

*Ficha Catalográfica Elaborada na Seção de Processos Técnicos da  
Biblioteca Setorial do CCA, UFPB, Campus II, Areia – PB.*

*L732a Lima, Guilherme Souza.*

*Adição de xilanase em diferentes níveis de energia metabolizável em rações para  
frangos de corte / Guilherme Souza Lima. - Areia: UFPB/CCA, 2015.  
ix, 53 f.*

*Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Centro de Ciências Agrárias.  
Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2015.*

*Bibliografia.*

*Orientador: Fernando Guilherme Perazzo Costa.*

*1. Aves de corte 2. Dieta animal 3. Suplementos enzimáticos para animais I. Costa,  
Fernando Guilherme Perazzo (Orientador) II. Título.*

*UFPB/CCA*

*CDU: 636.5(043.3)*



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

PARECER DE DEFESA DO TRABALHO DE DISSERTAÇÃO

**TÍTULO:** “Adição de xilanase com diferentes níveis de energia metabolizável em rações para frangos de corte”


**AUTOR:** Guilherme Souza Lima


**ORIENTADOR:** Prof. Dr. Fernando Guilherme Perazzo Costa


#### JULGAMENTO

**CONCEITO:** APROVADO

**EXAMINADORES:**

  
Prof. Dr. Fernando Guilherme Perazzo Costa  
Presidente  
Universidade Federal da Paraíba

  
Prof. Dr. Dermeval Araújo Furtado  
Examinador  
Universidade Federal de Campina Grande

  
Prof. Dr. Leonardo Augusto Fonseca Pascoal  
Examinador  
Instituto Federal da Paraíba

Areia, 7 de agosto de 2015

## **DADOS CURRICULARES DO AUTOR**

**GUILHERME SOUZA LIMA** – Nascido em 05 de agosto de 1990, na cidade de Piritiba – Bahia. Coursou o ensino fundamental no Instituto Presbiteriano de Educação (IPE) concluindo em 2004, logo em seguida foi para o ensino médio no Colégio Cecília Meireles (CCM) concluindo no ano de 2007, ambas as escolas situadas no município de origem. Em 2008 foi aprovado no processo seletivo, através do vestibular, e em 2009 começou o curso de Zootecnia na Universidade Federal da Paraíba – UFPB, na cidade de Areia-Pb, concluindo e obtendo o grau de Zootecnista no ano de 2013. No mesmo ano ingressou no Mestrado em Zootecnia na mesma instituição, direcionando à área de atuação em produção e nutrição de não ruminantes.

*Aos meus pais Urival e Lúcia  
Dedico*

## AGRADECIMENTOS

Ao Deus pai todo poderoso, que a cada dia me concede força possibilitando dar sequência nessa jornada, mostrando sempre o caminho certo dando ainda sabedoria o suficiente para conduzir com calma e consciência as situações da vida.

A minha família que sempre me deu força e confiança, em especial ao meu pai Urival Lima Souza Filho e a minha mãe Lúcia do Carmo Souza Lima, os quais acreditam sempre no meu potencial, vibrando sempre nas vitórias, e fazendo acreditar que as derrotas sempre tem um lado positivo. A força que transborda em vocês me torna capaz!

Aos meus irmãos Patrícia, Carol e Gustavo. Somos exemplos pela força, humildade e perseverança em buscar nossos objetivos. A minha prima Anaiane que influenciou diretamente na minha formação.

Ao estado da Paraíba e a cidade de Areia, pelo acolhimento e oportunidades concedidas. Agradeço a UFPB e ao CCA que tornou realidade meu sonho.

A Empresa ABVista, a CAPES e ao CNPq.

A minha namorada Samara, por estar comigo nas horas mais difíceis, compartilhando momentos e tornando meus dias mais felizes. Agradeço também o apoio da sua família.

Ao professor Fernando Guilherme, o qual contribui diariamente na minha formação. Agradeço os ensinamentos a amizade e a confiança depositada em mim.

A todos os funcionários da UFPB que contribuíram com a realização deste trabalho, em especial a Leal, Josa, Ramalho e Roberto, os quais foram bastantes prestativos e competentes.

A todo GETA, aqui aprendi muito com pessoas que já passaram pelo grupo, continuo aprendendo com os integrantes atuais, e pretendo aprender muito mais nos próximos anos. São pessoas que contribuíram diretamente, e sem elas não seria possível a condução e conclusão deste trabalho. Agradeço a TODOS, e peço a Deus que tenham sucesso na vida!

Aos amigos de infância, aos que tive oportunidade de conhecer durante essa caminhada, companheiros de confraternização e em especial a todos os que dividiram moradia durante toda época de graduação e pós-graduação. Foram minha família longe de casa!

## SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS .....	ix
LISTA DE FIGURAS .....	xi
RESUMO: .....	12
1. INTRODUÇÃO.....	14
2. REVISÃO DE LITERATURA .....	15
2.1. Enzimas na nutrição de aves .....	15
2.2. Energia metabolizável e adição de lipídeos nas dietas de aves. ....	17
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	20
3.1. Local .....	20
3.2. Animais, instalações e dietas experimentais .....	21
3.3. Variáveis Analisadas: .....	26
3.3.1. Desempenho Zootécnico .....	26
3.3.2. Características de Carcaça.....	26
3.3.3. Morfologia intestinal .....	26
3.3.4. Características Ósseas .....	27
3.3.5. Viabilidade Econômica .....	28
3.3.6. Análise Estatística .....	29
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	29
4.1. Desempenho zootécnico .....	29
4.2. Características de carcaça .....	35
4.3. Morfometria intestinal .....	37
4.4. Características ósseas.....	42
4.5. Análise de Custo .....	45
5. CONCLUSÃO.....	49
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	50



## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1</b> - Suplementação de enzima xilanase em diferentes níveis de energia metabolizável para frangos de corte. Estrutura dos tratamentos experimentais (5 níveis de energia metabolizável sem ou com suplementação de xilanase, dividido em 3 fases de criação).....	21
<b>Tabela 2</b> - Média de temperatura e umidade relativa do ar obtida durante o período experimental com frangos de corte alimentados com níveis crescentes de energia metabolizável sem ou com a inclusão de xilanase .....	21
<b>Tabela 3</b> - Composição e conteúdo de nutrientes das dietas para frangos de corte de 1 a 21 dias.....	23
<b>Tabela 4</b> - Composição e conteúdo de nutrientes das dietas para frangos de corte de 22 a 35 dias.....	24
<b>Tabela 5</b> - Composição e conteúdo de nutrientes das dietas para frangos de corte de 36 a 44 dias.....	25
<b>Tabela 6</b> - Preços dos ingredientes utilizados nas dietas experimentais.....	28
<b>Tabela 7</b> - Desempenho de frangos de corte de 1 a 21 dias recebendo dietas com diferentes níveis de energia metabolizável (EM) suplementadas ou não com xilanase (Xil) .....	29
<b>Tabela 8</b> - Desempenho de frangos de corte de 1 a 35 dias recebendo dietas com diferentes níveis de energia metabolizável (EM) suplementadas ou não com xilanase (Xil) .....	30
<b>Tabela 9</b> - Desdobramento da interação entre a energia metabolizável (EM) e a utilização ou não da enzima xilanase (Xil), sobre o ganho de peso e conversão alimentar em frangos de 1 a 35 dias .....	31
<b>Tabela 10</b> - Desempenho de frangos de corte de 1 a 44 dias recebendo dietas com diferentes níveis de energia metabolizável (EM) suplementadas ou não com xilanase (Xil) .....	32
<b>Tabela 11</b> - Características de carcaça de frangos de corte aos 44 dias recebendo dietas com diferentes níveis de energia metabolizável (EM) suplementadas ou não com Xilanase (XIL).....	36
<b>Tabela 12</b> - Desdobramento da interação entre energia metabolizável (EM) e a enzima xilanase (XIL), no peso vivo dos animais com 44 dias .....	37

<b>Tabela 13</b> - Morfometria duodenal de frangos de corte com 21 e 44 dias de idade recebendo dietas com diferentes níveis de energia metabolizável (EM) suplementadas ou não com Xilanase (XIL) .....	38
<b>Tabela 14</b> - Desdobramento da interação entre energia metabolizável (EM) a enzima xilanase (XIL), nas variáveis de altura de vilo e profundidade de cripta de aves com 21 e 44 dias e relação vilo/cripta em frangos com 44 dias.....	39
<b>Tabela 15</b> - Resistência óssea, percentual de cinzas e índice Seedor nas tíbias de frangos de corte com 21 e 44 dias de idade recebendo dietas com diferentes níveis de Energia Metabolizável (EM), suplementadas ou não com Xilanase (XIL).....	42
<b>Tabela 16</b> - Desdobramento da interação entre energia metabolizável (EM) e a enzima xilanase (XIL), nas variáveis de resistência óssea, teor de cinzas nos ossos e índice seedor em aves com 21 dias e teor de cinzas nos ossos em aves com 44 dias .....	43
<b>Tabela 17</b> - Custo médio de alimentação necessário para produzir um quilograma de frango vivo alimentados com dietas com níveis crescentes de energia metabolizável com ou sem a inclusão de xilanase.....	46
<b>Tabela 18</b> - Índice de eficiência econômica (IEE) baseado em dietas contendo níveis crescentes de energia metabolizável com ou sem a adição de enzima xilanase para frangos de corte .....	48
<b>Tabela 19</b> - Índice de custo médio (IC) de frangos de corte alimentados com dietas contendo níveis crescentes de energia metabolizável com ou sem a inclusão da enzima xilanase .....	48

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> - Custo médio de alimentação ( $Y_i$ ) (R\$/kg) em dietas para frangos de corte sem e com adição de xilanase.....	47
<b>Figura 2</b> – Índice de Eficiência Econômica (IEE) e índice de Custo médio (IC) entre os tratamentos experimentais contendo níveis crescentes de energia metabolizável sem ou com a adição de xilanase. ....	49

Lima, G.S.; Costa, F.G.P.; Silva, J.H.V.; Guerra, R.R. **Adição de xilanase em diferentes níveis de energia metabolizável em rações para frangos de corte.** Dissertação, PPGZ-Areia-PB, 2015.

**RESUMO:**

Objetivou-se avaliar a suplementação da enzima xilanase em dietas contendo diferentes níveis de energia metabolizável (EM) para frangos de corte de 1 a 44 dias sobre o desempenho zootécnico, características de carcaça, morfometria intestinal, características ósseas dos animais e viabilidade econômica. Foram utilizados 2000 pintos *Coob500* distribuídos em um delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 2x5 (inclusão ou não da enzima xilanase e cinco níveis de EM), divididos em dez tratamentos com oito repetições de vinte e cinco aves cada. Realizou-se análise de variância e as médias separadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Para determinação dos níveis de EM utilizou-se a análise de regressão. À medida que houve aumento nos níveis de EM em todas as dietas o consumo de ração (CR) diminuiu linearmente, sendo que o ganho de peso (GP) e a conversão alimentar (CA) foram melhorados, comportamento positivo também foi observado na resistência óssea, teor de cinzas das tíbias, altura de vilos profundidade de cripta duodenais e relação vilo:crita. A xilanase proporcionou melhorias no GP e na CA dos animais em todas as fases, aumentou o rendimento de carcaça dos animais e aumentou também a relação vilo:crita do duodeno. A enzima proporcionou menor deposição de minerais nas tíbias nas aves. Houve interação entre os níveis de EM da dieta com a adição da enzima sobre o GP e CA dos animais de 1 a 35 dias, morfometria intestinal e características ósseas sendo que a ação da enzima minimizou quando houve o aumento da EM com adição do óleo de soja. Recomenda-se uso de xilanase em dietas compostas por milho e soja e níveis de 3075, 3200 e 3225 kcal/kg de EM para frangos de corte na fase inicial, crescimento e final respectivamente.

**Palavras chave:** características ósseas, carboidrase, morfometria intestinal.

Lima, G.S.; Costa, F.G.P.; Silva, J.H.V.; Guerra, R.R. **Xylanase at different levels of metabolizable energy in diets for broilers**. Dissertation. PPGZ-Areia-PB, 2015.

**ABSTRACT:**

To evaluate the supplementation of xylanase enzyme in diets containing different levels of metabolizable energy (ME) for broilers 1-44 days on the performance, carcass characteristics, intestinal morphology, bone characteristics and economic viability. Used 2,000 Coob500 broilers distributed in a completely randomized design in a 2x5 factorial arrangement (whether or not the xylanase enzyme and five levels of EM), divided into ten treatments with eight replicates of twenty-five broilers per each. We conducted analysis of variance and means separated by the Tukey test at 5% probability. To determine the levels of ME used regression analysis. As there was an increase in the levels of ME in all diets feed intake (FI) decreases linearly, weight gain (WG) and feed conversion (FC) were improved, positive behavior was also observed in bone strength, ash content of tibia, height villosa, crypt depth and villus: crypt. The xylanase provided improvements in WG and animal FC at all stages, increased animal carcass yield and also increased the villus: crypt. The enzyme provided less deposition of minerals in the tibias in broilers. There was interaction between diet ME levels with the addition of the enzyme on the WG and FC in animal 1 to 35 days, intestinal morphology and bone characteristics being that the action of the enzyme minimized when there was an increase of ME with oil addition soybeans. It is recommended use of xylanase in diets composed by corn and soybeans and levels of 3,075, 3,200 and 3,225 kcal / kg of ME for broilers in the initial phase, growing and finishing, respectively.

**Keywords:** bone characteristics, carbohydrases, intestinal morphometry.

## 1. INTRODUÇÃO

Alternativas alimentares para alimentação das aves vêm sendo estudadas continuamente, tendo como pressuposto diminuir os custos de produção e garantir alternativas aos produtos tradicionais já utilizados. Mesmo assim a maioria das rações industriais para frangos de corte ainda têm em sua composição principalmente o milho e o farelo de soja, devido a esses ingredientes possuir níveis adequados de energia e valores de proteínas digestíveis de alto valor biológico. No entanto, fatores anti-nutricionais que estão presentes nessas dietas podem influenciar diretamente na digestibilidade dos ingredientes e na disponibilidade de todos os nutrientes, como exemplo há os polissacarídeos não amiláceos (PNAs).

Dietas composta de milho e farelo de soja possuem baixas concentrações de polissacarídeos não amiláceos (Sorbara, 2009). Conforme Tavernari et al. (2008), o farelo de soja e o milho apresentam 30,3% e 8,1 % de PNAs, respectivamente em suas constituições, o milho com predominância de arabinoxilanas, enquanto o farelo de soja de polímeros complexos. Por esses ingredientes serem de origem vegetal, podem encapsular os nutrientes, tornando-se uma barreira entre a enzima endógena e o nutriente (Wyatt et al., 2008), tornando a digestibilidade desses PNAs quase nula. As rações composta com milho e soja, apesar de possuir pouco PNAs, podem ter eficiência reduzida por esses compostos, acarretando em maiores custos de produção. Nesse sentido faz-se necessário utilizar mecanismos que aumente a eficiência nutritiva desses ingredientes, diminuindo a ação dos PNAs, gerando uma economia no custo de produção.

A alternativa utilizada para poder neutralizar a ação dos PNAs nas dietas das aves é a suplementação de enzimas exógenas. Conte et al., (2002) afirmam que as xilanases podem agir sobre os arabinoxilanos e melhorar a disponibilidade de energia metabolizável e dos nutrientes da ração.

Wu et al. (2004) fazem referência a modos distintos de ação; segundo eles, as enzimas agem degradando os PNAs da parede celular e liberando os nutrientes encapsulados, promovendo uma diminuição da viscosidade do conteúdo digestivo no sistema intestinal. Como consequência, ocorre aumento na taxa de difusão de substratos, enzimas e produtos finais da digestão, melhor acessibilidade das enzimas endógenas aos nutrientes, estimula à mobilidade intestinal e ao trânsito digestivo ou ainda suplementando a capacidade enzimática em aves jovens.

Diante da hipótese que a enzima xilanase melhora o aproveitamento dos cereais e contribui para uma maior digestibilidade dos nutrientes, melhorando ainda a disponibilidade de energia metabolizável dos ingredientes, objetivou-se avaliar a suplementação de xilanase em dietas composta por milho e farelo de soja com diferentes níveis de energia metabolizável para frangos de corte, sobre o desempenho zootécnico, características de carcaça, morfologia intestinal, características ósseas e viabilidade econômica.

## **2. REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1. Enzimas na nutrição de aves**

Dentre os animais produtores de alimentos para o homem, as aves ocupam posição de destaque na capacidade de converter produtos de origem vegetal em proteína de qualidade comprovada. Entretanto, nos sistemas de produção desses animais o custo com alimentação representa mais de 75% do custo total, fato este que tem levado produtores e técnicos a buscarem medidas alternativas no sentido de reduzirem esses custos (Ferreira, 2010).

Avanços nas pesquisas comprovam a eficácia de vários produtos para serem utilizados nas dietas de aves, com isso, as indústrias investem em tecnologias e equipamentos capazes de produzir esses aditivos em grande escala comercial e torna-los susceptíveis ao mercado. Dentre estes aditivos comumente utilizados, citam-se as enzimas, que quando incorporadas na dieta trazem efeitos benéficos na digestibilidade e disponibilidade de nutrientes antes não aproveitados pelos animais.

As enzimas são compostos proteicos que atuam em substratos específicos, conforme condições de temperatura, umidade e pH, em um tempo definido. Todas as reações bioquímicas que acontecem nos organismos vivos são catalisadas por alguma enzima (Caires et al., 2008). Com o avanço na área de biotecnologia enzimas industriais são criadas e utilizadas como aditivos nas dietas dos animais, e podem ser administradas sem ocasionar riscos a saúde dos consumidores. Essas enzimas são conhecidas como enzimas exógenas.

A suplementação de enzimas exógenas em dietas melhora a eficiência da produção de aves, aumentando a digestão de produtos de baixa qualidade e reduzindo perdas de nutrientes através de excretas, permitindo dietas com melhores níveis

nutricionais e mais econômicas. Podem ser incluídas nas rações de forma “*over the top*” (por cima) ou reformuladas. A primeira forma de inclusão não leva em consideração a matriz nutricional da enzima, assim ela entrará fornecendo nutrientes adicionais aos que já foram estimados na formulação. Já para o uso de enzimas na forma reformulada, é levada em consideração a matriz nutricional da enzima, ou seja, a enzima entra na formulação como um “alimento” contribuindo com determinados nutrientes quando administrada na recomendação determinada, assim a enzima pode reduzir custos da ração.

São muitos os fatores tidos como anti-nutricionais, sendo os mais comuns àqueles que podem interferir no processo digestivo normal. Neste contexto, podemos citar os polissacarídeos não amiláceos (PNAs), que aumentam a viscosidade intestinal, dificultando a ação das enzimas endógenas (Bertechini, 2006). Os PNAs são os principais constituintes da fração fibrosa dos grãos de cereais e são hidratos de carbono estruturais complexos, presentes no endosperma dos grãos (Cousins, 1999). Podem ser solúveis ou insolúveis em água, sendo que os solúveis podem causar problemas nutricionais.

Os animais não ruminantes, em geral, não possuem a capacidade endógena de digerir as fibras. A utilização de enzimas exógenas se torna importante, pois estas hidrolisam os polissacarídeos não amiláceos (PNAs) ingeridos, aumentando o aproveitamento da energia presente nos alimentos (Lima et al., 2007). Os mesmos autores comentam que as enzimas carboidrases, produzidas por fungos do gênero *Aspergillus*, têm sido usadas para hidrolisar os PNAs, aumentando a digestibilidade de alimentos. Nessa manipulação nutricional, o intuito é obter uma resposta das aves melhor comparada a uma dieta sem adição de enzimas. Essa resposta é proporcionada pelo incremento do valor nutricional dos ingredientes, devido à atuação da enzima na melhora da disponibilidade de nutrientes (Barbosa et al., 2012).

Entre as enzimas comercialmente disponíveis, as carboidrases possibilitam significativas reduções nos custos de produção. As dietas hoje praticadas apresentam frações energéticas, que somente poderão ser aproveitadas pelas aves através do uso de enzimas exógenas (Lima et al., 2007). Conforme Tavernari et al. (2008), o farelo de soja e o milho apresentam 30,3% e 8,1 % de PNAs, respectivamente em suas constituições, com digestibilidade praticamente nula, pois as aves não apresentam enzimas específicas para digestão destes compostos. O milho apresenta predominância de arabinoxilanas, enquanto o farelo de soja de polímeros complexos. Apesar de baixa



concentração esses cereais possuem na parede celular compostos indigestíveis, capazes de reterem os nutrientes no interior da célula. Isso faz com que os nutrientes fiquem indisponíveis para a atuação das enzimas endógenas.

Uma das carboidrases que vem sendo introduzida nas dietas comerciais é a xilanase. Essas enzimas são produzidas essencialmente por fungos e bactérias, que provocam uma quebra parcial das ligações da cadeia dos arabinoxilanos (Leeson e Summers, 2001), permitindo reduzir os efeitos negativos provocados por esse carboidrato estrutural nos frangos de corte. Estas quebras promovem a diminuição da viscosidade do conteúdo digestivo, com consequentes aumentos da digestibilidade e melhores performances dos animais.

As xilanases podem agir sobre os arabinoxilanos e ainda melhorar a disponibilidade de energia metabolizável (Conte et al., 2002). Wu et al. (2004) também fazem referência a cinco modos distintos de ação; segundo eles, as enzimas agem degradando os PNA da parede celular e libertando os nutrientes encapsulados, promovendo uma diminuição da viscosidade do conteúdo digestivo no sistema intestinal e, consequentemente, aumentando a taxa de difusão de substratos, enzimas e produtos finais da digestão, melhorando a acessibilidade das enzimas endógenas aos nutrientes, estimulando a mobilidade intestinal e o trânsito digestivo ou ainda suplementando a capacidade enzimática em animais jovens.

Inicialmente as xilanases eram utilizadas em rações com altos teores de PNAs, que tinham na sua constituição cereais de alta viscosidade - como o trigo, o centeio, o triticale, a cevada e a aveia - mas cada vez mais se tem demonstrado que a suplementação enzimática também é vantajosa em cereais de baixa viscosidade - como o milho e o sorgo (Cowieson et al., 2008).

## **2.2. Energia metabolizável e adição de lipídeos nas dietas de aves.**

O nível de energia a ser considerado na dieta é o ponto de partida na formulação de rações para as aves, pois se houver um aumento no consumo de proteína e aminoácidos, não acompanhado pelo consumo correto de energia, haverá um comprometimento no desempenho dos animais (Leeson & Summers, 2001). O nível de energia está diretamente relacionado com o consumo alimentar, desempenho dos

animais e o custo de produção. Os mesmos devem ser de conhecimento dos nutricionistas, possibilitando assim uma adequada nutrição.

A exigência energética de frangos de corte vem sendo amplamente estudada e já se tem um banco de dados que assegura recomendações concretas dos níveis energéticos que deverão ser adotados nas formulações das rações, de acordo com a fase, sexo e desempenho esperado. Essas exigências estão descritas nas Tabelas Brasileiras de Aves e Suínos de Rostagno et al. (2011), e são encontradas no manual da linhagem das aves.

Os valores das exigências de EM devem ser adotados após criteriosa análise de ambiente, temperatura, formas físicas da ração, dentre outros fatores que poderão interferir no aproveitamento dos nutrientes, comprometendo o desempenho produtivo.

As aves requerem energia para suas funções vitais (manutenção) e para a produção de carne e ovos, que são os resultados de interesse zootécnico. Para tanto é necessário buscar nos alimentos a energia necessária que atenda o potencial genético destes animais.

A energia dos ingredientes de uma ração é proveniente da sua composição em carboidrato, gorduras e proteínas. Todo material que contém arranjos de carbono e hidrogênio que podem ser oxidados a dióxido de carbono e água representa uma fonte de energia potencial para os animais (Fernandes & Toro-Velasquez, 2014).

Os carboidratos quando ingeridos passam pelo processo de digestão, o qual moléculas grandes sofrem ação de enzimas específicas tanto na fase luminal como na fase membranosa capazes de romper ligações e tornar esses nutrientes acessíveis aos sítios receptores situados na superfície dos enterócitos (Cunningha & Klein, 2008). Quando absorvidos esses nutrientes serão utilizados para gerar energia para as células dos animais, o principal mecanismo é a Glicólise.

Os principais componentes lipídicos da dieta estão na forma de triglicerídeos. Quando ingeridos sofrem ação conjunta dos processos de digestão os quais realizam a quebra do triglicerídeo em glicerol e ácidos graxos. O glicerol pode ser convertido em frutose ou glicose gerando energia na via glicolítica, enquanto que os ácidos graxos entrarão na via de  $\beta$ -oxidação (Fernandes & Toro-Velasquez, 2014).

As proteínas, precisam passar pelo processo de digestão no intuito de tornar moléculas complexas em moléculas simples, todo esse processo é mediado à ação de enzimas quebrando proteína em aminoácidos, tornando-lhes disponíveis para absorção (Cunningha & Klein, 2008). Quando absorvidos pelos enterócitos estes passarão por reações químicas dentro da célula e poderão ser utilizados como combustível no

metabolismo energético. Esse nutriente não é comumente utilizado pelo organismo para produção de energia, sendo bem menos ativos em relação aos carboidratos e aos lipídeos. No entanto, diante da necessidade energética pelo organismo animal ou demanda em tecidos específicos, esses aminoácidos podem sofrer transaminação ou deaminação e serem convertidos em intermediários do ciclo de Krebs diretamente ou via conversão em piruvato ou acetil-CoA, contribuindo assim com a produção energética corporal (Fernandes & Toro-Velasquez, 2014).

Além do prévio conhecimento da ação de cada nutriente no metabolismo, os nutricionistas precisam levar em consideração fatores inerentes ao ambiente e aos animais ao formularem dietas capazes de suprirem as exigências nutricionais. Quando há necessidade de se elevar os níveis energéticos das dietas proporcionando também um adensamento nutricional, a prática de suplementar com lipídeos é uma alternativa utilizada pelos nutricionistas. Segundo Sakomura et al. (2004), essa prática promove o incremento da densidade calórica resultando em melhoria da eficiência energética pelo aumento da energia líquida da ração. Observa-se tal situação quando as aves estão sofrendo por estresse térmico, onde as altas temperaturas causam diminuição do consumo alimentar desses animais, a suplementação de lipídeos permite o fornecimento energético adequado mesmo com baixo consumo.

Os lipídeos desempenham papel importante como fonte de energia produzindo 2,25 vezes mais calorias do que os carboidratos. Os mesmos são precursores de vitaminas lipossolúveis e ácido graxo essencial e participam na formação da bile e síntese de prostaglandinas. Nas rações, os lipídeos melhoram a palatabilidade, reduzem a poeira e a perda de nutrientes e é o método prático de se elevar o conteúdo energético e melhorar a conversão da dieta (Bertechini, 2012).

Outro ponto benéfico a adição de lipídeos à ração é caracterizado como ação dinâmica específica das gorduras ou valor extra-calórico das gorduras. As gorduras podem melhorar a utilização da energia e a digestibilidade de nutrientes por possuírem um potencial inibidor do esvaziamento gástrico. A inibição é induzida pela colecistoquinina em resposta à presença de lipídeos no intestino, e este é um importante controlador da taxa de passagem dos alimentos, essa característica permite que o alimento permaneça mais tempo sofrendo ação das enzimas e consequentemente melhorando sua disponibilidade e digestibilidade (Silva et al., 2014) Assim observa-se que a ação dos lipídeos vai além de um simples fornecedor de energia aos animais.

Além da ação nutricional das fontes de lipídeos, pode-se destacar também a importância dos compostos lipídicos em diversas funções biológicas; O colesterol tem função primordial no metabolismo dos animais, a partir dele originam-se compostos chamados de esteroides, e inúmeros metabólitos como ácidos biliares, hormônios esteroides e seco-esteroides, é precursor da vitamina D que tem papel indispensável na absorção de cálcio, na reprodução e na digestão e absorção dos lipídeos (Silva et al., 2014). Nesse sentido a absorção do cálcio com deposição nos ossos influenciando a resistência óssea pode estar intimamente relacionada com os lipídeos presentes na dieta das aves.

Um fator que deve ser observado quando se utiliza lipídeos com intuito de aumentar os níveis energéticos das dietas é a relação direta com o consumo de ração. Assim faz-se necessário balancear os teores dos demais nutrientes evitando que em uma provável diminuição do consumo de ração cause um déficit nutricional no animal por este não ingerir o total necessário para suprir suas exigências.

Deve-se ter cuidado ao incluir lipídeos na dieta das aves pois excesso de gordura pode acarretar em problemas metabólicos, assim como, comprometer as características da carcaça. Outro ponto a ser observado é com relação à estrutura física da ração, excesso de lipídeos pode comprometer a formação dos péletes e em rações fareladas dificultar a descida da mesma aos comedouros. Lembrando ainda que lipídeo contém ácidos graxos insaturados susceptíveis ao desenvolvimento de rancidez, fazendo-se necessária a utilização de antioxidantes nas rações, cuja ação ocorre nos peróxidos e radicais livres formados.

Em termos práticos, a utilização de lipídeos tende a ser mediada ao seu alto custo no mercado. Nesse sentido, apesar de todos os benefícios supracitados, a inclusão pode estar limitada pelo preço comercial destes produtos.

### **3. MATERIAL E MÉTODOS**

#### **3.1. Local**

O experimento foi realizado no período de abril a maio de 2014 no Módulo de Avicultura do Departamento de Zootecnia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba, Campus II, localizado no município de Areia – PB, Brasil, que está inserido em Latitude de 6°58'554" Sul; Longitude de 35°43'047" e Altitude: 618m acima do nível do mar. O clima da cidade é tropical chuvoso.

### 3.2. Animais, instalações e dietas experimentais

Foram utilizados 2000 frangos machos da linhagem Cobb500, com peso inicial de  $41g \pm 0,12g$ . Distribuídos em um delineamento experimental inteiramente ao acaso, em desenho fatorial 5x2 (5 níveis de energia, com ou sem a suplementação de xilanase) (Tabela 1), totalizando dez tratamentos e oitos repetições de 25 aves cada.

**Tabela 1** - Suplementação de enzima xilanase em diferentes níveis de energia metabolizável para frangos de corte. Estrutura dos tratamentos experimentais (5 níveis de energia metabolizável sem ou com suplementação de xilanase, dividido em 3 fases de criação).

Níveis Energia Metabolizável (kcal/kg)			Xilanase	
1 a 21 dias	22 a 35 dias	36 a 44 dias	Sem	Com
2850	2900	3000	Tratamento 1	Tratamento 6
2925	2975	3075	Tratamento 2	Tratamento 7
3000	3050	3150	Tratamento 3	Tratamento 8
3075	3125	3225	Tratamento 4	Tratamento 9
3150	3200	3300	Tratamento 5	Tratamento 10

As aves foram alojadas em galpão aberto coberto com telhas de amianto localizado no sentido leste/oeste dividido em 80 boxes de  $1,50\text{ m} \times 1,50\text{ m}$  com piso de cimento coberto com bagaço de cana de açúcar, equipados com bebedouros pendulares, comedouros tubulares e ventiladores. Ração e água foram fornecidos à vontade. O programa de luz adotado foi de 24 horas de luz (12 horas natural + 12 horas artificial). Até os 14 dias de vida os pintinhos receberam aquecimento realizado por campânulas à lenha, controlando assim o aquecimento desses animais de acordo com o manual de criação. Após esse período a temperatura ambiente e a umidade relativa do ar foram mensuradas diariamente obtendo assim uma média durante o período experimental restante (Tabela 2).

**Tabela 2** - Média de temperatura e umidade relativa do ar obtidas durante o período experimental com frangos de corte alimentados com níveis crescentes de energia metabolizável sem ou com a inclusão de xilanase

Temperatura (°C)			Umidade (%)		
Máxima	Mínima	Média	Máxima	Mínima	Média
28,8	21,7	25,5	89,3	52,3	70,8

A criação das aves foi dividida em três fases (inicial de 1 a 21 dias, crescimento de 22 a 35 dias e final de 36 a 44 dias), para a análise estatística de desempenho foram

consideradas as fases (1 a 21; 1 a 35 e 1 a 44 dias), pois os animais não foram substituídos entre as fases, indicando um efeito residual da fase anterior.

Os animais foram alimentados com dietas fareladas e níveis nutricionais de acordo com recomendações da empresa ABVista. As dietas foram isonutritivas com exceção do conteúdo de EM, sendo que os níveis mais baixos dessa energia, para cada fase de alimentação, foram de 2.850, 2.900 e 3.000 kcal/kg. A variação entre o menor e o maior nível de EM foi de 300 kcal/kg, incrementando os níveis de EM a cada 75 kcal/kg. As dietas foram formuladas variando-se a inclusão dos ingredientes base (milho, farelo de soja e óleo de soja), sendo que no menor nível de EM não havia qualquer inclusão de óleo de soja. A enzima xilanase foi suplementada de forma “*over the top*” (100g/ton.; 16.000BXU/kg). As rações experimentais foram enviadas para análise de atividade enzimática, sendo os resultados encontrados condizentes com o esperado (Tabela 3, 4, 5).

**Tabela 3** - Composição e conteúdo de nutrientes das dietas para frangos de corte de 1 a 21 dias

Ingredientes (kg)	Nível energético (kcal/kg)									
	2850 <sup>7</sup>	2925 <sup>8</sup>	3000 <sup>9</sup>	3075 <sup>10</sup>	3150 <sup>11</sup>	2850 <sup>7</sup>	2925 <sup>8</sup>	3000 <sup>9</sup>	3075 <sup>10</sup>	3150 <sup>11</sup>
	Xilanase (100g/ton)									
	Sem	Sem	Sem	Sem	Sem	Com	Com	Com	Com	Com
Milho, 7,88%	564,45	557,90	542,80	524,80	507,65	564,45	557,90	542,80	524,80	507,65
Farelo de Soja, 45%	400,00	400,00	401,00	404,00	407,00	400,00	400,00	401,00	404,00	407,00
Calcário calcítico	11,00	11,00	11,00	11,00	11,00	11,00	11,00	11,00	11,00	11,00
Fosfato bicálcico	10,20	10,20	10,30	10,30	10,50	10,20	10,20	10,30	10,30	10,50
Sal comum	4,10	4,10	4,10	4,10	4,10	4,10	4,10	4,10	4,10	4,10
DL-Metionina	2,35	2,40	2,40	2,45	2,45	2,35	2,40	2,40	2,45	2,45
L-LisinaHCl	0,55	0,55	0,55	0,50	0,45	0,55	0,55	0,55	0,50	0,45
Cloreto de colina, 60%	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70
Premix mineral <sup>1</sup>	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
Premix vitaminico <sup>2</sup>	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
Promotor de crescimento <sup>3</sup>	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
Coccidiostático <sup>4</sup>	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Antioxidante <sup>5</sup>	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
Enzima Fitase	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
Enzima Xilanase	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
Óleo de Soja, 8790kcal/kg	0,00	11,00	25,00	40,00	54,00	0,00	11,00	25,00	40,00	54,00
Inerte <sup>6</sup>	5,50	1,00	1,00	1,00	1,00	5,40	0,90	0,90	0,90	0,90
Total (ton)	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
Atividade Xilanase (BXU/kg)	-	-	-	-	-	20,936	21,200	21,817	22,650	21,921
Atividade Fitase (FTU/kg)	495	481	389	444	353	546	423	587	510	487
<b>Composição calculada</b>										
Energia Metabolizável, kcal/kg	2850	2925	3000	3075	3150	2850	2925	3000	3075	3150
Proteína bruta, %	23,10	23,10	23,10	23,10	23,10	23,10	23,10	23,10	23,10	23,10
Cálcio, %	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95
Fósforo disponível, %	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45
Lisina Dig., %	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25
Metionina+Cistina Dig., %	0,93	0,93	0,93	0,93	0,93	0,93	0,93	0,93	0,93	0,93
Treonina Dig.,	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
Triptofano Dig.,	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27
Valina Dig.,	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98
Sódio,	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21
Cloro,	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30
Potássio,	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89

<sup>1</sup>Premix Mineral (concentração/kg de produto): Mn - 60 g, Fe - 80 g, Zn - 50 g, Cu - 10 g, Co - 2 g, I - 1 g e Se - 250 mg; Quantidade suficiente para 500 g do veículo.

<sup>2</sup>Premix Vitamínico (concentração/kg de produto): Vit. A - 15 mil UI, Vit. D3 - 1,500,000 UI. Vit. E - 15000; Vit.B1 - 2,0 g, Vit. B2 - 4,0 g Vit. B6 - 3,0 g, Vit. B12 - 0,015 g, ácido nicotínico - 25 g, ácido pantoténico - 10 g; Vit.K3 - 3,0 g, ácido fólico - 1,0 g;

<sup>3</sup>Promotor de crescimento de bactérias gram-negativos = colistina = 150 g/ton;

<sup>4</sup>Anticoccidiano = Poulcox;

<sup>5</sup>Antioxidante = BHT = 100 g/ton; Quantidade suficiente para 1000 g de veículos;

<sup>6</sup>Areia lavada.

<sup>7</sup>Número de Mogin: 250,20 mEq/kg

<sup>8</sup>Número de Mogin: 249,41 mEq/kg

<sup>9</sup>Número de Mogin: 248,96 mEq/kg

<sup>10</sup>Número de Mogin: 249,40 mEq/kg

<sup>11</sup>Número de Mogin: 250,48 mEq/kg

**Tabela 4 - Composição e conteúdo de nutrientes das dietas para frangos de corte de 22 a 35 dias**

Ingredientes (kg)	Nível energético (kcal/kg)									
	2900 <sup>7</sup>	2975 <sup>8</sup>	3050 <sup>9</sup>	3125 <sup>10</sup>	3200 <sup>11</sup>	2900 <sup>7</sup>	2975 <sup>8</sup>	3050 <sup>9</sup>	3125 <sup>10</sup>	3200 <sup>11</sup>
	Xilanase (100g/ton)									
	Sem	Sem	Sem	Sem	Sem	Com	Com	Com	Com	Com
Milho, 7,88%	610,10	606,60	590,60	573,55	555,60	610,1	606,60	590,60	573,55	555,60
Farelo de Soja, 45%	355,00	355,00	357,00	360,00	363,00	355,00	355,00	357,00	360,00	363,00
Calcário calcítico	11,50	11,50	11,50	11,50	11,50	11,5	11,50	11,50	11,50	11,50
Fosfato bicálcico	7,65	7,65	7,70	7,80	7,80	7,65	7,65	7,70	7,80	7,80
Sal comum	3,70	3,70	3,70	3,70	3,70	3,70	3,70	3,70	3,70	3,70
DL-Metionina	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
L-LisinaHCl	0,70	0,70	0,65	0,60	0,55	0,70	0,70	0,65	0,60	0,55
Cloreto de colina, 60%	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70
Premix mineral <sup>1</sup>	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
Premix vitaminico <sup>2</sup>	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
Promotor de crescimento <sup>3</sup>	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
Coccidiostático <sup>4</sup>	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Antioxidante <sup>5</sup>	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
Enzima Fitase	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
Enzima Xilanase	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
Óleo de Soja, 8790kcal/kg	0,00	10,00	24,00	38,00	53,00	0,00	10,00	24,00	38,00	53,00
Inerte <sup>6</sup>	7,50	1,00	1,00	1,00	1,00	7,4	0,90	0,90	0,90	0,90
Total (ton)	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
Atividade Xilanase (BXU/kg)	-	-	-	-	-	16,362	16,144	21,461	18,315	19,896
Atividade Fitase (FTU/kg)	479	770	661	480	519	626	722	708	641	762
<b>Composição calculada</b>										
Energia Metabolizável, kcal/kg	2900	2975	3050	3125	3200	2900	2975	3050	3125	3200
Proteína bruta, %	21,50	21,50	21,50	21,50	21,50	21,50	21,50	21,50	21,50	21,50
Cálcio, %	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90
Fósforo disponível, %	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
Lisina Dig., %	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10
Metionina+Cistina Dig., %	0,82	0,82	0,82	0,82	0,82	0,82	0,82	0,82	0,82	0,82
Treonina Dig.,	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75
Triptofano Dig.,	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
Valina Dig.,	0,92	0,92	0,91	0,92	0,92	0,92	0,92	0,91	0,92	0,92
Sódio,	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
Cloro,	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27
Potássio,	0,82	0,82	0,82	0,82	0,82	0,82	0,82	0,82	0,82	0,82

<sup>1</sup>Premix Mineral (concentração/kg de produto): Mn - 60 g, Fe - 80 g, Zn - 50 g, Cu - 10 g, Co - 2 g, I - 1 g e Se - 250 mg; Quantidade suficiente para 500 g do veículo.

<sup>2</sup>Premix Vitaminico (concentração/kg de produto): Vit. A - 15 mil UI, Vit. D3 - 1,500,000 UI. Vit. E - wm 15000; Vit.B1 - 2.0 g, Vit. B2 - 4.0 g Vit. B6 - 3.0 g, Vit. B12 - 0015 g, ácido nicotínico - 25 g, ácido pantoténico - 10 g; Vit.K3 - 3.0 g, ácido fólico - 1.0 g;

<sup>3</sup>Promotor de crescimento de bactérias gram-negativos = colistina = 150 g/ton;

<sup>4</sup>Anticoccidiano = Poulcox;

<sup>5</sup>Antioxidante = BHT = 100g/ton; Quantidade suficiente para 1000 g de veículos;

<sup>6</sup>Areia lavada.

<sup>7</sup>Número de Mogin: 226,54 mEq/kg

<sup>8</sup>Número de Mogin: 226,15 mEq/kg

<sup>9</sup>Número de Mogin: 226,37 mEq/kg

<sup>10</sup>Número de Mogin: 230,34 mEq/kg

<sup>11</sup>Número de Mogin: 231,06 mEq/kg



**Tabela 5** - Composição e conteúdo de nutrientes das dietas para frangos de corte de 36 a 44 dias

Ingredientes (kg)	Nível energético (kcal/kg)									
	3000 <sup>7</sup>	3075 <sup>8</sup>	3150 <sup>9</sup>	3225 <sup>10</sup>	3300 <sup>11</sup>	3000 <sup>7</sup>	3075 <sup>8</sup>	3150 <sup>9</sup>	3225 <sup>10</sup>	3300 <sup>11</sup>
	Xilanase (100g/ton)									
	Sem	Sem	Sem	Sem	Sem	Com	Com	Com	Com	Com
Milho, 7,88%	689,50	680,95	665,90	647,95	630,05	689,50	680,95	665,90	647,95	630,05
Farelo de Soja, 45%	280,00	280,00	282,00	285,00	288,00	280,00	280,00	282,00	285,00	288,00
Calcário calcítico	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00
Fosfato bicálcico	5,50	5,50	5,50	5,50	5,50	5,50	5,50	5,50	5,50	5,50
Sal comum	3,20	3,20	3,20	3,20	3,20	3,20	3,20	3,20	3,20	3,20
DL-Metionina	1,80	1,85	1,90	1,90	1,90	1,80	1,85	1,90	1,90	1,90
L-LisinaHCl	0,70	0,70	0,65	0,60	0,55	0,70	0,70	0,65	0,60	0,55
Cloreto de colina, 60%	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70
Premix mineral <sup>1</sup>	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
Premix vitaminico <sup>2</sup>	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
Promotor de crescimento <sup>3</sup>	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
Coccidiostático <sup>4</sup>	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Antioxidante <sup>5</sup>	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
Enzima Fitase	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
Enzima Xilanase	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
Óleo de Soja, 8790kcal/kg	0,00	12,00	25,00	40,00	55,00	0,00	12,00	25,00	40,00	55,00
Inerte <sup>5</sup>	4,50	1,00	1,00	1,00	1,00	4,40	0,90	0,90	0,90	0,90
<b>Total (ton)</b>	<b>1000</b>	<b>1000</b>	<b>1000</b>	<b>1000</b>	<b>1000</b>	<b>1000</b>	<b>1000</b>	<b>1000</b>	<b>1000</b>	<b>1000</b>
Atividade Xilanase (BXU/kg)	-	-	-	-	-	14,717	15,107	17,211	18,389	19,350
Atividade Fitase (FTU/kg)	545	502	778	569	793	600	489	789	488	460
<b>Composição calculada</b>										
Energia Metabolizável, kcal/kg	3000	3075	3150	3225	3300	3000	3075	3150	3225	3300
Proteína bruta, %	19,00	19,00	19,00	19,00	19,00	19,00	19,00	19,00	19,00	19,00
Cálcio, %	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85
Fósforo disponível, %	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35
Lisina Dig., %	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Metionina+Cistina Dig., %	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75
Treonina Dig.,	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65
Triptofano Dig.,	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22
Valina Dig.,	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
Sódio,	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18
Cloro,	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26
Potássio,	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70

<sup>1</sup>Premix Mineral (concentração/kg de produto): Mn - 60 g, Fe - 80 g, Zn - 50 g, Cu - 10 g, Co - 2 g, I - 1 g e Se - 250 mg; Quantidade suficiente para 500 g do veículo.

<sup>2</sup>Premix Vitaminico (concentração/kg de produto): Vit. A - 15 mil UI, Vit. D3 - 1,500,000 UI. Vit. E - 15000; Vit.B1 - 2.0 g, Vit. B2 - 4.0 g Vit. B6 - 3.0 g, Vit. B12 - 0015 g, ácido nicotínico - 25 g, ácido pantoténico - 10 g; Vit.K3 - 3.0 g, ácido fólico - 1.0 g;

<sup>3</sup>Promotor de crescimento de bactérias gram-negativos = colistina = 150 g/ton;

<sup>4</sup>Anticoccidiano = Poulcox;

<sup>5</sup>Antioxidante = BHT = 100 g/ton; Quantidade suficiente para 1000 g de veículos;

<sup>6</sup>Areia lavada.

<sup>7</sup>Número de Mogin: 193,58 mEq/kg

<sup>8</sup>Número de Mogin: 193,02 mEq/kg

<sup>9</sup>Número de Mogin: 193,40 mEq/kg

<sup>10</sup>Número de Mogin: 193,26 mEq/kg

<sup>11</sup>Número de Mogin: 194,87 mEq/kg

### **3.3. Variáveis Analisadas:**

#### **3.3.1. Desempenho Zootécnico**

As variáveis analisadas de desempenho zootécnico durante as três fases de criação foram consumo de ração (CR, kg/ave), ganho de peso (GP, kg/ave) e conversão alimentar (CA, kg/kg).

Para o consumo de ração realizou-se a pesagem da ração fornecida e a respectiva sobra no final de cada fase, diminuindo o fornecido pela sobra obteve-se o consumo de ração da parcela, dividindo pelo número de aves corrigido pela mortalidade encontrou-se o consumo médio por animal.

Para o ganho de peso os animais foram pesados no início e fim de cada fase experimental, após diminuir o peso final do peso inicial obteve-se o ganho de peso da parcela, dividindo esse peso total pela quantidade de aves após correção da mortalidade encontrou-se o ganho de peso médio de cada ave.

A conversão alimentar foi calculada no final de cada fase pela divisão da média de consumo de ração de cada ave pelo respectivo ganho de peso médio no período correspondente a cada fase de criação.

#### **3.3.2. Características de Carcaça**

Aos 44 dias de idade três animais foram selecionados de acordo com o peso médio da parcela e após jejum alimentar de 6 horas foram abatidos e utilizados para análises das características da carcaça. Avaliou-se o peso vivo dos animais em jejum (PVJ, kg/ave) em balança digital de um grama. Para o peso da carcaça (PCAR, kg/ave) as aves foram depenadas, evisceradas e retiradas a cabeça, após esse procedimento realizou-se os cortes comerciais os quais foram pesados e pela relação com o peso da carcaça multiplicado por 100 determinou-se os rendimentos de carcaça (RCA, %), peito (RP, %), coxa (RCO, %) e de sobrecoxa (RSCO, %).

#### **3.3.3. Morfologia intestinal**

No 21° e no 44° dias de experimento foi retirada uma ave no peso médio da parcela de cada repetição, as quais foram abatidas. Procedeu-se à colheita de uma porção média do duodeno de aproximadamente 1 cm, a qual foi fixada por imersão em formol a 10%. Os fragmentos dos tecidos foram destinados à rotina histológica com inclusão do material em parafina segundo processamento histológico padrão (Ramos et al., 2011). Após a microtomia a 5 micrômetros de espessura, foram obtidos 2 cortes

longitudinais, por animal, que foram submetidos à coloração de hematoxilina e eosina e observados à microscopia de luz.

Em oito animais de cada tratamento foram feitas três fotomicografias e três mensurações em cada imagem, totalizando 72 mensurações (8 animais x 3 fotomicografias x 3 mensurações) de altura de vilosidades intestinais e de suas respectivas criptas de cada tratamento, por meio de um analisador de imagens Motic Image Plus 2.0 e câmera digital Motic acoplada em microscópio Olympus BX-40. As medidas de altura de vilo foram tomadas a partir da região basal da mucosa intestinal, coincidente com a porção superior das criptas, até seu ápice. As criptas foram medidas da sua base até a região de transição cripta: vilosidade, a relação vilo:cripta foi determinada pela divisão da altura do vilo pela a profundidade da cripta. As análises de histomorfometria foram realizadas por um único histologista para evitar erros de interpretação.

#### **3.3.4. Características Ósseas**

Aos 21 e 44 dias de idade duas aves de cada parcela foram selecionadas, abatidas e coletadas suas tíbias para avaliação do índice Seedor (IS), resistência óssea (RO, kgf) e teor de cinzas (C, %). As amostras foram congeladas, em seguida a carne e a cartilagem que envolviam os ossos foram retiradas. Os ossos *in natura* foram secos em temperatura ambiente (Kim et al. 2004).

Para determinar o índice Seedor, o peso do osso (mg), obtido em balança semi-analitica, foi dividido pelo seu comprimento (mm) obtido através de paquímetro digital conforme metodologia descrita por Seedor (1991). O IS serve como indicativo da densidade óssea, quanto maior o valor, mais denso é o osso.

Após o índice Seedor as tíbias foram submetidas à análise de resistência óssea. Para tanto, foi utilizado o aparelho universal de teste TA-XT Plus Stable Micro Systems (Surrey, UK) com uma célula de carga de 50 kg a uma velocidade de 50 mm/min, o acessório para fratura 3 POINT BEND RIG (HDP/3PB), Stable Micro Systems, foi regulado para permitir que o vão livre da diáfise fosse de 3,0 cm (Park et al., 2003).

Após a análise de resistência as tíbias foram cuidadosamente armazenadas em sacos, logo após foram secas em estufa de 100°C por 24 horas e em seguida processadas em moinho de bola MA350 de 617 golpes por minuto, as amostras foram armazenadas em recipientes devidamente identificados e os teores de cinzas foram determinadas conforme metodologia da AOAC (1990).

### 3.3.5. Viabilidade Econômica

No final de cada fase experimental foi realizada uma análise de custo de produção levando em consideração apenas a despesas com a ração. Para a verificação da viabilidade econômica do uso da xilanase em dietas contendo diferentes níveis de energia metabolizável os preços dos ingredientes foram determinados de acordo com a cotação nacional dos produtos no mês de maio de 2014, época de finalização do experimento (Tabela 6)

**Tabela 6 - Preços dos ingredientes utilizados nas dietas experimentais**

<b>Ingrediente</b>	<b>R\$/kg</b>	<b>Ingrediente</b>	<b>R\$/kg</b>
Milho, 7,88%	0,34	Cloreto de colina, 60%	2,22
Farelo de Soja, 45%	1,01	Premix mineral <sup>1</sup>	3,33
Óleo de Soja, 8790kcal/kg	1,89	Premix vitaminico <sup>2</sup>	44,40
Calcário calcítico	0,18	Promotor de crescimento <sup>3</sup>	2,22
Fosfato bicálcico	1,59	Coccidiostático <sup>4</sup>	11,66
Sal comum	0,38	Antioxidante <sup>5</sup>	33,30
DL-Metionina	8,21	Enzima Fitase	35,52
L-LisinaHCl	2,95	Enzima Xilanase	55,50

<sup>1</sup>Premix Mineral (concentração/kg de produto): Mn - 60 g, Fe - 80 g, Zn - 50 g, Cu - 10 g, Co - 2 g, I - 1 g e Se - 250 mg; Quantidade suficiente para 500 g do veículo.

<sup>2</sup>Premix Vitaminico (concentração/kg de produto): Vit. A - 15 mil UI, Vit. D3 - 1,500,000 UI. Vit. E - 15000; Vit.B1 - 2.0 g, Vit. B2 - 4.0 g Vit. B6 - 3.0 g, Vit. B12 - 0015 g, ácido nicotínico - 25 g, ácido pantoténico - 10 g; Vit.K3 - 3.0 g, ácido fólico - 1.0 g;

<sup>3</sup>Promotor de crescimento de bactérias gram-negativos = colistina = 150 g/ton;

<sup>4</sup>Anticoccidiano = Poulcox;

<sup>5</sup>Antioxidante = BHT = 100 g/ton; Quantidade suficiente para 1000 g de veículos.

O custo médio em ração por quilograma de peso vivo (Yi) durante o período experimental foi determinado por equação descrita por Bellaver et al., (1985).

$$Y_i = Q_i \times P_i / G_i$$

Em que: Y<sub>i</sub> = custo médio em ração por quilograma ganho no i-ésimo tratamento; P<sub>i</sub> = preço médio por quilograma da ração utilizada no i-ésimo tratamento; Q<sub>i</sub> = quantidade por quilograma da ração utilizada no i-ésimo tratamento; G<sub>i</sub> = ganho médio de peso do i-ésimo tratamento.

Para determinar o índice de eficiência econômica (IEE) e o índice de custo médio (IC) utilizou-se o modelo proposto por Barbosa et al., (1992).

$$IEE = M_{Ce} / C_{tei} \times 100$$

$$IC = C_{tei} / M_{Ce} \times 100$$

Em que: M<sub>Ce</sub> = menor custo médio observado em ração por quilograma de peso vivo ganho entre os tratamentos; C<sub>tei</sub> = custo médio do tratamento (x) considerado.

### 3.3.6. Análise Estatística

Realizou-se a análise de variância e as médias separadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Para determinação dos níveis de energia metabolizável utilizou-se a análise de regressão, para tanto utilizou-se o software SAS (SAS Institute, 2011).

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1. Desempenho zootécnico

Na fase de 1 a 21 dias, o nível de energia metabolizável (EM) das dietas influenciou o consumo de ração (CR) ( $P < 0,001$ ), o ganho de peso (GP) ( $P < 0,001$ ) e a conversão alimentar (CA) ( $P < 0,001$ ) das aves (Tabela 7). A análise de regressão para os níveis energéticos das dietas comprovou que o CR diminuiu linearmente ( $CR_{1-21 \text{ dias}} = -0,0004x + 1,4836$ ;  $R^2 = 0,92$ ;  $P = 0,014$ ) com o aumento do nível de EM da ração. O GP e a CA foram afetados de forma linear ( $GP_{1-21 \text{ dias}} = -0,000001x^2 + 0,0064x - 9,1194$ ;  $R^2 = 0,99$  e  $CA_{1-21 \text{ dias}} = 0,000002x^2 - 0,0138x + 23,48$ ;  $R^2 = 0,97$ ), podendo ser observado maior GP ao nível de 3125 kcal/kg de EM.

**Tabela 7** - Desempenho de frangos de corte de 1 a 21 dias recebendo dietas com diferentes níveis de energia metabolizável (EM) suplementadas ou não com xilanase (Xil)

Níveis de EM (kcal/kg)*	Consumo de ração (kg/ave)	Ganho de peso (kg/ave)	Conversão alimentar (kg/kg)
2850	1,493 a	0,910 c	1,64 a
2925	1,446 ab	0,960 b	1,51 b
3000	1,414 bc	0,980 ab	1,45 bc
3075	1,417 bc	1,000 a	1,42 cd
3150	1,367 c	1,010 a	1,36 d
<b>Xil (100g/ton)**</b>			
Sem	1,425	0,960 b	1,49 a
Com	1,430	0,980 a	1,46 b
C.V. (%)	2,26	1,47	2,31
<b>Valor de P</b>			
EM	<0,001	<0,001	<0,001
Xil	0,793	<0,001	0,009
EM x Xil	0,124	0,206	0,175
<b>Regressão</b>			
Linear	0,014	<0,001	<0,001
Quadrática	0,745	0,010	0,030

\*Médias seguidas de letras diferentes na mesma coluna diferem entre si pelo teste de Tukey ( $P < 0,05$ );

\*\*Médias seguidas de letras diferentes na mesma coluna diferem entre si pelo teste F ( $P < 0,05$ );

<sup>1</sup>  $CR_{1-21 \text{ dias}} = -0,0004x + 1,4836$ ;  $R^2 = 0,92$ ;

<sup>2</sup>  $GP_{1-21 \text{ dias}} = -0,000001x^2 + 0,0064x - 9,1194$ ;  $R^2 = 0,99$ ; (Ponto máximo, 3125 kcal/kg);

<sup>3</sup>  $CA_{1-21 \text{ dias}} = -0,0009x + 4,076$ ;  $R^2 = 0,93$

A xilanase influenciou o GP ( $P < 0,001$ ) e a CA ( $P = 0,009$ ), não sendo observados efeitos sobre o CR ( $P = 0,793$ ). As aves que receberam dietas contendo a xilanase tiveram aumento de 2,08% no GP e melhorias de 2,01% na CA em relação às aves que não receberam a suplementação da enzima.

Não houve interação ( $P > 0,01$ ) entre o nível energético da dieta e a suplementação com a xilanase sobre os parâmetros de desempenho para esta fase de avaliação.

Na fase de 1 a 35 dias, houve efeito isolado dos níveis de EM das dietas sobre CR ( $P = 0,023$ ), podendo ser observado redução do consumo à medida que o nível energético da dieta aumentou (Tabela 8).

**Tabela 8** - Desempenho de frangos de corte de 1 a 35 dias recebendo dietas com diferentes níveis de energia metabolizável (EM) suplementadas ou não com xilanase (Xil)

Níveis de EM nas dietas (kcal/kg)*		Consumo de ração (kg/ave)	Ganho de peso (kg/ave)	Conversão alimentar (kg/kg)
1 a 21 dias	22 a 35 dias			
2850	2900	3,628 a	2,053 c	1,77 a
2925	2975	3,558 ab	2,127 b	1,68 b
3000	3050	3,548 ab	2,150 b	1,65 bc
3075	3125	3,508 ab	2,179 ab	1,61 c
3150	3200	3,468 b	2,244 a	1,55 d
<b>XIL (100g/ton)**</b>				
Sem		3,536	2,129 b	1,66 a
Com		3,548	2,172 a	1,64 b
C.V. (%)		1,22	2,2	2,17
<b>Valor de P</b>				
EM		0,023	<0,001	<0,001
Xil		0,694	0,001	0,002
EM x Xil		0,306	0,002	0,006
<b>Regressão</b>				
Linear		<0,001 <sup>1</sup>	<0,001 <sup>2</sup>	<0,001 <sup>3</sup>
Quadrática		0,72	0,34	0,551

\* Médias seguidas de letras diferentes na mesma coluna diferem entre si pelo teste de Tukey ( $P < 0,05$ );

\*\* Médias seguidas de letras diferentes na mesma coluna diferem entre si pelo teste F ( $P < 0,05$ );

<sup>1</sup>  $CR_{1-35 \text{ dias}} = -0,0005x + 3,616$ ;  $R^2 = 0,96$ ;

<sup>2</sup>  $GP_{1-35 \text{ dias}} = 0,0006x + 2,0638$ ;  $R^2 = 0,96$ ;

<sup>3</sup>  $CA_{1-35 \text{ dias}} = -0,0007x + 1,754$ ;  $R^2 = 0,97$ .

Diferentemente da fase anterior, 1 a 21 dias, na fase de 1 a 35 dias observa-se que o GP ( $P = 0,001$ ) e CA ( $P = 0,006$ ) são influenciados pelo nível energético e pela suplementação ou não com a xilanase, o que corresponde a um efeito de interação (Tabela 9).

**Tabela 9** - Desdobramento da interação entre a energia metabolizável (EM) e a utilização ou não da enzima xilanase (Xil), sobre o ganho de peso e conversão alimentar em frangos de 1 a 35 dias

Níveis de EM nas dietas (kcal/kg)						Regressão	
1 a 21 dias	2850	2925	3000	3075	3150	L	Q
22 a 35 dias	2900	2975	3050	3125	3200		
Xil	Ganho de peso (kg/ave)						
Sem	2,017 dB	2,074 cdB	2,109 bcdB	2,209 abA	2,236 aB	<0,001 <sup>1</sup>	0,88
Com	2,089 bcdA	2,179 abcA	2,191 abcA	2,149 abcB	2,251 aA	<0,001 <sup>2</sup>	0,81
Conversão Alimentar (kg/kg)							
Sem	1,810 aA	1,706 bA	1,653 bcA	1,604 cdB	1,548 dA	<0,001 <sup>3</sup>	0,46
Com	1,726 abB	1,643 bcB	1,649 bcB	1,617 cdA	1,544 dB	<0,001 <sup>4</sup>	0,81

Médias seguidas de letras minúsculas diferentes na linha diferem entre si pelo teste de Tukey ( $P < 0,05$ );

Médias seguidas de letras maiúsculas diferentes na coluna diferem entre si pelo teste F ( $P < 0,05$ );

<sup>1</sup> GP<sub>1-35 dias sem</sub> =  $0,0008x + 2,0149$ ;  $R^2 = 0,97$ ;

<sup>2</sup> GP<sub>1-35 dias com</sub> =  $0,0004x + 2,1127$ ;  $R^2 = 0,61$ ;

<sup>3</sup> CA<sub>1-35 dias sem</sub> =  $-0,0008x + 1,7897$ ;  $R^2 = 0,97$ ;

<sup>4</sup> CA<sub>1-35 dias com</sub> =  $-0,0005x + 1,7141$ ;  $R^2 = 0,89$ .

Observa-se que a enzima interagiu com os diferentes níveis energéticos em estudo proporcionando maiores ganhos de peso, tais resultados também foram observados na conversão alimentar. Os três primeiros e o último nível de EM associado à enzima demonstrou resultados positivos em comparação as dietas com níveis de energia diferentes sem adição de xilanase.

No período total de criação, 1 a 44 dias de idade, a EM das dietas influenciou o CR ( $P = 0,003$ ), o GP ( $P < 0,001$ ) e a CA ( $P < 0,001$ ). Os níveis de EM influenciaram de forma linear o CR ( $CR_{1-44 \text{ dias}} = -0,0007x + 5,208$ ;  $R^2 = 0,99$ ;  $P < 0,001$ ), na qual é possível observar que houve redução à medida que o nível de EM das dietas aumentou. O GP também aumentou de forma linear ( $GP_{1-44 \text{ dias}} = 0,0006x + 2,804$ ;  $R^2 = 0,88$ ;  $P < 0,001$ ), observado-se maior GP quando as aves receberam dietas com o maior nível de energia. Aliado ao CR e ao GP, a CA melhorou de forma linear ( $CA_{1-44 \text{ dias}} = -0,0006x + 1,858$ ;  $R^2 = 0,94$ ;  $P < 0,001$ ), podendo ser observada melhor CA no maior nível energético (Tabela 10).

A xilanase influenciou o GP ( $P = 0,006$ ) e a CA ( $P = 0,007$ ), mas não foi capaz de influenciar o CR ( $P = 0,460$ ). A suplementação com a enzima proporcionou maior GP e melhor CA às aves, em relação aos animais que não receberam suplementação. Resultados semelhantes foram observados nas fases anteriores, 1 a 21 e 1 a 35 dias, mostrando que a utilização da enzima, independente do nível energético da dieta e da fase de criação, proporciona resultados satisfatórios.

Interações entre o nível energético e a utilização da enzima sobre os parâmetros de desempenho não foram observadas para esta fase (Tabela 10).

**Tabela 10** - Desempenho de frangos de corte de 1 a 44 dias recebendo dietas com diferentes níveis de energia metabolizável (EM) suplementadas ou não com xilanase (Xil)

Níveis de EM nas dietas (kcal/kg)*			Consumo de ração (kg/ave)	Ganho de peso (kg/ave)	Conversão alimentar (kg/kg)
1 a 21 dias	22 a 35 dias	36 a 44 dias			
2850	2900	3000	5,210 a	2,790 b	1,87 a
2925	2975	3075	5,150 ab	2,880 ab	1,79 b
3000	3050	3150	5,110 ab	2,860 ab	1,79 b
3075	3125	3225	5,070 ab	2,950 a	1,72 c
3150	3200	3300	5,00 b	2,970 a	1,69 c
<b>Xil (100g/ton)**</b>					
Sem			5,09	2,870 b	1,78 a
Com			5,12	2,920 a	1,76 b
C.V. (%)			1,14	2,3	1,38
<b>Valor de P</b>					
EM			0,003	<0,001	<0,001
Xil			0,46	0,006	0,007
EM x Xil			0,55	0,119	0,114
<b>Regressão</b>					
Linear			<0,001 <sup>1</sup>	<0,001 <sup>2</sup>	<0,001 <sup>3</sup>
Quadrática			0,86	0,759	0,676

\* Médias seguidas de letras diferentes na mesma coluna diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05);

\*\* Médias seguidas de letras diferentes na mesma coluna diferem entre si pelo teste F (P<0,05);

<sup>2</sup> GP<sub>1-44 dias</sub> = 0,0006x + 2,804; R<sup>2</sup> = 0,88;

<sup>3</sup> CA<sub>1-44 dias</sub> = -0,0006x + 1,858; R<sup>2</sup> = 0,94.

Os níveis de EM influenciaram o CR em todas as fases de criação de forma linear decrescente, onde à medida que a EM da dieta aumentava o CR reduzia. Esse acontecimento é atribuído ao fato das aves consumirem o alimento para atender suas necessidades energéticas de manutenção e crescimento, e uma vez que são atendidas o organismo aciona mecanismos que promovem redução da ingestão.

No presente estudo verifica-se que os mais altos níveis de EM das dietas em cada fase de criação (1 a 21 dias: 3150 kcal/kg; 22 a 35 dias: 3200 kcal/kg; 36 a 44 dias: 3300 kcal/kg) proporcionaram os melhores resultados de desempenho zootécnicos, tais níveis energéticos são superiores aos recomendados nas Tabelas Brasileiras de Aves e Suínos (1 a 21 dias: 3005 kcal/kg; 22 a 35 dias: 3100 kcal/kg; 36 a 42 dias: 3200 kcal/kg). Este ponto efetiva a necessidade de haver estudos periódicos com os animais para determinar as exigências nutricionais dos mesmos. Tais animais são melhorados geneticamente para alcançarem melhores performances e altas produtividades, portanto



sua exigência para manutenção e produção é maior, nesse sentido a nutrição é ponto chave para propiciar a expressão gênica dessas aves.

Ressalta-se também a necessidade de verificações regionais das exigências energéticas dos animais, esse fato garante que as recomendações nutricionais estejam levando em consideração o microclima regional, tendo em vista que mudanças climáticas atuarão ativamente no comportamento dos animais, refletindo principalmente na produtividade.

Lembra-se que os níveis energéticos das dietas em estudo foram elevados gradativamente após inclusão do óleo de soja, sendo que no menor nível energético da dieta não havia a suplementação do óleo. Esse fato evidencia uma melhora no desempenho das aves causado pela obtenção energética provinda dos lipídeos. Segundo Sakomura et al. (2004) a melhora que ocorre no ganho de peso e na conversão alimentar quando se eleva a energia metabolizável pode ser atribuída à adição de lipídeos na ração, os quais promovem o incremento da densidade calórica, o efeito extrametabólico da gordura, que resulta em melhoria da eficiência energética pelo aumento da energia líquida da ração.

Pode-se vincular a redução do consumo dos animais com a melhoria dos índices zootécnicos à ação dinâmica específica das gorduras ou valor extra-calórico das gorduras, esse fator é caracterizado por uma regulação no trânsito intestinal, mediado pelo hormônio colecistoquinina, que está presente na digestão e tem sua função maximizada na presença de lipídeos. Portanto, ocorre sensação de saciedade, estímulo da contração da vesícula biliar e do pâncreas (Silva et al. 2014), permitindo que os nutrientes sofram mais a ação das enzimas endógenas, sendo melhores digeridos e consequentemente absorvidos.

A utilização da xilanase não foi capaz de influenciar o CR em nenhuma fase, no entanto influenciou o GP e a CA. O efeito positivo da suplementação da xilanase foi observado durante todo experimento. Aves que consumiram dietas com a inclusão da enzima obtiveram maior GP e melhor CA quando comparadas com aves que receberam dietas sem a enzima. Independente do nível energético da dieta, a enzima desempenhou efeito aditivo, provavelmente devido a sua capacidade de aumentar a digestibilidade dos ingredientes resultando em aumentos da EM, na disponibilidade de aminoácidos e de minerais.

A enzima associada a uma dieta contendo níveis mais baixos de EM demonstrou um GP semelhante a dietas contendo níveis mais altos de EM, esse ponto

explica a ação da enzima que quando usada “*over the top*” (100kcal/kg) contribui somando valores nutricionais e energéticos na ração, e consequentemente os animais respondem positivamente. Esse incremento nos valores nutritivos e de EM se dá quando os alimentos entram em contato com a enzima xilanase, as paredes celulares formadas por ligações  $\beta$  são quebradas pela ação da enzima, assim os nutrientes que estavam protegidos por essas ligações entram em contato com o lúmen intestinal do animal e começam a sofrer a ação das enzimas endógenas. Deste modo a enzima consegue disponibilizar moléculas de aminoácidos, lipídeos e carboidratos que antes passariam intactas pelo processo digestivo, esse fato permite um maior incremento de energia disponível para o metabolismo do animal.

De acordo com Kiarie et al. (2014) a xilanase degrada a estrutura da parede celular dos vegetais através de hidrólise de arabinoxilanos estruturais, que podem liberar nutrientes que se encontram encapsulados nessa estrutura.

Muitos estudos têm demonstrado os efeitos de xilanase sobre a hidrólise de polissacarídeos não amiláceos, redução da viscosidade, e melhorar a utilização de nutrientes, consequentemente repostas positivas no desempenho de frangos de corte são observados (Coppedge et al. 2012; Esmaeilipour et al. 2011; O'Neill et al. 2012), porém apenas alguns relatam a ação da enzima em dietas composta por milho e soja e com níveis crescentes de EM.

Os resultados deste estudo corroboram os dados de Willians et al. (2014) que observaram efeitos negativos sobre o desempenho de frangos de corte quando foram alimentados com dietas de baixa EM, mas quando adicionada a xilanase na dieta o desempenho foi recuperado. Zhang et al. (2014) testaram a utilização da enzima em dietas a base de trigo, e destacaram que a inclusão de xilanase não influenciou o CR, porém houve efeito no GP e CA em aves na fase inicial, os autores afirmam, após analisar o conteúdo do íleo, que a enzima foi capaz de aumentar a digestibilidade da proteína e do amido, respondendo assim com a melhoria no desempenho das aves. Melhorias no GP e na CA também foram observados por Kalmendal & Tauson (2012) quando adicionou xilanase nas dietas, os autores afirmam ter ocorrido uma maior digestibilidade dos nutrientes.

A interação entre os níveis de EM e o uso da xilanase foi evidente sobre o GP e a CA na fase de 1 a 35 dias. As dietas avaliadas nesse estudo demonstram que níveis mais baixos de EM associados à adição de enzima xilanase proporcionam uma melhora nos resultados zootécnicos, Adeola et al. (2010) afirmam que adicionando xilanase e

amilase nas dietas, ocorrem melhorias na energia digestível. À medida que houve o incremento de lipídeos na dieta em estudo a ação da enzima tende a ser minimizada. Zhou et al. (2009) afirmam que o efeito da utilização de enzimas exógenas em alguns estudos é mais visível quando o nível de EM é reduzido. Tal afirmação condiz com o observado nesse estudo. O fato que explica tal ação é que a xilanase disponibiliza nutrientes e aumenta a EM, porém ela não é uma gordura, assim sendo, a enzima não é alternativa para todos os benefícios das gorduras. Williams et al. 2014 relatam que na redução energética o desempenho animal é afetado negativamente, sendo recuperado com a adição de um complexo enzimático o qual continha a xilanase, os autores ainda destacam o benefício da adição de um complexo enzimático contendo diferentes carboidratos.

Até certo ponto a adição de lipídeos elevando os teores energéticos da dieta age em sinergismo com a ação da enzima em também disponibilizar energia, entretanto fica evidente que níveis mais altos de energias providas dos lipídeos resultam na inibição da absorção de energia provida da ação da enzima, possivelmente por ser uma energia mais facilmente disponível e menos afetada pela presença de PNAs. Vale ressaltar que as dietas de menor EM possuía em sua composição concentração mais elevada de milho e farelo de soja, o que caracteriza maior quantidade de substrato para a ação da xilanase.

#### **4.2. Características de carcaça**

O peso da carcaça (PCAR) sofreu efeito ( $P < 0,001$ ) dos níveis de EM da dieta, porém o ajuste da regressão indicou comportamento linear ( $PCAR = 0,0335x + 2,1563$   $R^2 = 0,99$ ;  $P < 0,001$ ), à medida que aumentou os níveis de EM resultou em carcaças de frangos com maior peso.

A enzima proporcionou maior PCAR ( $P = 0,003$ ) e maior rendimento de carcaça (RCA) ( $P = 0,009$ ) (Tabela 11). Os rendimentos de coxa, sobrecoxa e peito não foram influenciados ( $P > 0,005$ ) pelos níveis energéticos nem pela suplementação enzimática.

**Tabela 11** - Características de carcaça de frangos de corte aos 44 dias recebendo dietas com diferentes níveis de energia metabolizável (EM) suplementadas ou não com Xilanase (XIL).

Níveis de EM nas dietas (kcal/kg)	Peso vivo em jejum (kg/ave)	Peso de carcaça (kg/ave)	Rendimento de carcaça (%)	Rendimento de coxa (%)	Rendimento de sobrecoxa (%)	Rendimento de peito (%)
2850-2900-3000	2,686 c	2,186 c	81,3	11,75	14,73	37,88
2925-2975-3075	2,699 bc	2,232 bc	82,6	11,49	14,69	37,48
3000-3050-3150	2,743 b	2,251 b	82,1	11,52	14,96	36,89
3075-3125-3225	2,816 a	2,291 b	81,3	11,62	14,74	36,52
3150-3200-3300	2,835 a	2,324 a	81,9	11,48	14,61	36,77
<b>XIL (100g/ton)</b>						
Sem	2,744 b	2,243 b	81,7 b	11,63	14,62	36,79
Com	2,761 a	2,270 a	82,1 a	11,51	14,86	37,42
C.V. (%)	1,31	3,19	1,27	4,90	5,00	5,10
<b>Valor de P</b>						
EM	< 0,001	< 0,001	0,158	0,676	0,732	0,299
XIL	< 0,001	0,003	0,009	0,363	0,153	0,145
EM x XIL	< 0,001	0,070	0,570	0,574	0,436	0,328
<b>Regressão</b>						
Linear	< 0,001	< 0,001 <sup>2</sup>	0,090	0,379	0,753	0,060
Quadrática	0,002 <sup>1</sup>	0,790	0,056	0,547	0,344	0,405

Médias, na mesma coluna, seguida de diferentes letras diferem significativamente pelo teste de Tukey ( $P < 0,05$ ).

<sup>1</sup>PVJ =  $0,0000007x^2 + 0,0004x + 2,6787$ ;  $R^2 = 0,95$  (Ponto máximo, +285,7 kcal/kg)

<sup>2</sup>PCAR =  $0,0335x + 2,1563$   $R^2 = 0,99$

Houve interação entre os níveis de EM com a suplementação de xilanase sobre o PVJ ( $P < 0,001$ ). A ação da enzima associada a diferentes níveis de EM influenciaram claramente no peso final dos animais, sendo que nos três primeiros níveis de energia em estudo, esses animais que receberam a xilanase apresentaram um peso final mais alto em relação aos animais que não foram suplementados com a enzima (Tabela 12).

A interação que a enzima teve com os níveis de EM proporcionou um efeito quadrático no PVJ dos frangos. Esse resultado explica a eficiência que a enzima tem em disponibilizar EM e nutrientes nas dietas, ficando evidente que até certo ponto a associação de xilanase e EM proporciona aves mais pesadas para o abate. Estima-se que ao suplementar 100 kcal/kg na dieta de menor nível energético com a enzima, ocorre a melhor resposta do frango. O que acontece, e o comportamento quadrático dos dados explica, é que as exigências dos animais foram atendidas sem haver a necessidade de um aumento demasiado na EM, diferentemente dos resultados observados nas dietas

sem a enzima as quais tiveram uma resposta de regressão linear, indicando que o frango ainda não estava expressando seu máximo desempenho (Tabela 12).

**Tabela 12** - Desdobramento da interação entre energia metabolizável (EM) e a enzima xilanase (XIL), no peso vivo dos animais com 44 dias

Dias		Níveis de EM nas dietas (kcal/kg)				Regressão	
1 a 21	2850	2925	3000	3075	3150		
22 a 35	2900	2975	3050	3125	3200	L	Q
36 a 44	3000	3075	3150	3225	3300		
Xilanase		Peso vivo dos animais em jejum (kg)					
Sem	2,660 dB	2,694cdB	2,707bcdB	2,824abA	2,838aA	<0,001 <sup>1</sup>	0,093
Com	2,711bcdA	2,704abcA	2,748abcA	2,808abcB	2,832aB	<0,001	0,036 <sup>2</sup>

Médias seguidas de diferentes letras minúsculas diferem entre si pelo teste de Tukey ( $P < 0,05$ ). Médias seguidas de diferentes letras maiúsculas na coluna diferem entre si pelo teste F ( $P < 0,05$ )

<sup>1</sup> $PVJ_{sem} = 0,0006x + 2,6474$ ;  $R^2 = 0,90$

<sup>2</sup> $PVJ_{com} = 0,000001x^2 + 0,0002x + 2,7025$ ;  $R^2 = 0,94$  (Ponto de mínimo, +100kcal/kg)

A variável de peso vivo em jejum está diretamente correlacionada com o ganho de peso dos frangos durante as fases de criação. Os resultados demonstram que na primeira fase em estudo (1 a 21 dias), os animais ganharam mais peso, isso significa que a ação da enzima proporciona um melhor desenvolvimento dos pintinhos, a maior disponibilidade de nutrientes permitiu esse rápido desenvolvimento, observa-se também que a saúde intestinal dos animais, verificada na relação vilo:cripta, também foi melhorada, esses fatores agindo em conjunto proporciona maior ganho de peso dos frangos.

Segundo Lu et al. (2013), a adição de enzima nas dietas proporciona um desenvolvimento avançado nos animais já nas primeiras semanas de vida, Pirgozliev et al., (2015) utilizando óleos essenciais associados com xilanase na dieta, destaca o rápido crescimento das aves. Esse crescimento é de fundamental importância para garantir frangos mais pesados na hora do abate.

#### 4.3. Morfometria intestinal

A xilanase influenciou a relação vilo:cripta das aves aos 21 dias ( $P = 0,001$ ), sendo que dietas contendo a enzima proporcionaram um aumento de 2,55% na relação vilo:cripta em comparação com as aves que receberam dietas sem a suplementação (Tabela 13).

**Tabela 13** - Morfometria duodenal de frangos de corte com 21 e 44 dias de idade recebendo dietas com diferentes níveis de energia metabolizável (EM) suplementadas ou não com Xilanase (XIL)

Níveis de EM nas dietas (kcal/kg)*			Altura de Vilo (µm)		Profundidade Cripta (µm)		Relação V/C	
1 a 21 dias	22 a 35 dias	36 a 44 dias	21 dias	44 dias	21 dias	44 dias	21 dias	44 dias
2850	2900	3000	1345 b	1537 b	152 b	249	8,85	6,17 bc
2925	2975	3075	1373 b	1559 b	160 ab	263	8,58	5,93 c
3000	3050	3150	1488 a	1540 b	166 a	250	8,96	6,16 bc
3075	3125	3225	1482 a	1694 a	162 a	251	9,14	6,74 ab
3150	3200	3300	1496 a	1659 a	168 a	238	8,90	6,97 a
XIL (100g/ton)**								
Sem			1431	1639 a	163	265 a	8,78 b	6,18 b
Com			1443	1557 b	160	236 b	9,01 a	6,60 a
C.V. (%)			21,2	18,9	26,9	29,6	34	32,4
Valor de P								
EM			<0,001	<0,001	0,02	0,126	0,386	0,012
XIL			0,607	0,001	0,373	<0,001	0,001	0,031
EM x XIL			<0,001	<0,001	<0,001	0,001	0,061	0,035
Regressão								
Linear			<0,001 <sup>1</sup>	<0,001 <sup>2</sup>	0,001 <sup>3</sup>	0,126	0,324	0,001
Quadrática			0,127	0,53	0,37	0,549	0,476	0,003 <sup>4</sup>

\* Médias seguidas de letras diferentes na mesma coluna diferem entre si pelo teste de Tukey ( $P < 0,05$ );

\*\* Médias seguidas de letras diferentes na mesma coluna diferem entre si pelo teste F ( $P < 0,05$ );

<sup>1</sup>  $AV_{21 \text{ dias}} = 0,548x + 1354,6$ ;  $R^2 = 0,82$ ;

<sup>2</sup>  $AV_{44 \text{ dias}} = 0,5053x + 1522$ ;  $R^2 = 0,67$ ;

<sup>3</sup>  $PC_{21 \text{ dias}} = 0,0453x + 154,8$ ;  $R^2 = 0,75$ ;

<sup>4</sup>  $RVC_{44 \text{ dias}} = 0,00002x^2 - 0,0034x + 6,7337$ ;  $R^2 = 0,92$  (Ponto de mínimo, +118kcal/kg).

Houve interação dos níveis de EM e a suplementação com a xilanase sobre a altura de vilo ( $P < 0,001$ ) e profundidade de cripta ( $P < 0,001$ ) das aves aos 21 e 44 dias e na relação vilo:cripta aos 44 dias.

Aves alimentadas com dietas contendo a suplementação com a xilanase, nos diferentes níveis de EM, influenciaram de forma linear a altura da vilosidade ( $AV_{21 \text{ dias}} = 0,72x + 1335$ ;  $R^2 = 0,84$ ;  $P < 0,001$ ), à medida que se aumentava os níveis energéticos também aumentava a altura dos vilos (Tabela 14). Comportamento semelhante na altura dos vilos das aves aos 21 dias também foi observado aos 44 dias. As aves alimentadas com dietas sem a suplementação da xilanase apresentaram efeito quadrático ( $AV_{44 \text{ dias sem}} = -0,0064x^2 + 2,6825x + 1452,1$ ;  $R^2 = 0,50$ ;  $P = 0,003$ ), sendo que o aumento de 209,5 kcal/kg de EM nas dietas com menores teores energéticos, correspondeu à maior altura dos vilos. Quando a xilanase foi adicionada na ração, a altura de vilos dos animais apresentou comportamento quadrático ( $AV_{44 \text{ dias com}} =$

$0,0078x^2 + 2,0964x + 1608,1$ ;  $R^2 = 0,75$ ;  $P < 0,001$ ) e o aumento de 134,4 kcal/kg de EM nas dietas com menores teores energéticos, resultou em menores alturas nas vilosidades (Tabela 14).

**Tabela 14** - Desdobramento da interação entre energia metabolizável (EM) a enzima xilanase (XIL), nas variáveis de altura de vilo e profundidade de cripta de aves com 21 e 44 dias e relação vilo/cripta em frangos com 44 dias

Dias		Níveis de EM das dietas (kcal/kg)					Regressão	
		2850	2925	3000	3075	3150		
1 a 21		2850	2925	3000	3075	3150	L	Q
22 a 35		2900	2975	3050	3125	3200		
36 a 44		3000	3075	3150	3225	3300		
Xilanase		Altura de Vilo 21 dias (µm)						
Sem		1372cdA	1304dB	1574aA	1485 abA	1421 bcB	0,013	0,011 <sup>1</sup>
Com		1319dB	1443bcA	1403cdB	1479abB	1571 aA	<0,001 <sup>2</sup>	0,701
		Altura de Vilo 44 dias (µm)						
Sem		1500deB	1548cdB	1630bcA	1907 aA	1605 bcB	<0,001	0,003 <sup>3</sup>
Com		1574cdA	1569cdA	1451 eB	1481 deB	1709 bA	0,126	<0,001 <sup>4</sup>
		Profundidade de Cripta 21 dias (µm)						
Sem		146deB	152ceB	188 aA	159cdB	170 bA	0,001	0,004 <sup>5</sup>
Com		158cdA	168 bA	144eB	164bcA	167 bcB	0,355	0,111
		Profundidade de Cripta 44 dias (µm)						
Sem		276 aA	270 aA	276 aA	266 abA	237 cdB	0,007	0,009 <sup>6</sup>
Com		222 dB	257 abcB	225 dB	237 cdB	239 bcdA	0,645	0,540
		Relação Vilo/Cripta 44 dias						
Sem		5,43 eB	5,73 deB	5,90cdB	7,16 abcA	6,77 abB	<0,001 <sup>7</sup>	0,578
Com		7,09 aA	6,10 deA	6,45bcdA	6,24 dB	7,15 abA	0,635	0,001 <sup>8</sup>

Médias seguidas de diferentes letras minúsculas diferem entre si pelo teste de Tukey ( $P < 0,05$ ). Médias seguidas de diferentes letras maiúsculas na coluna diferem entre si pelo teste F ( $P < 0,05$ )

<sup>1</sup>AV<sub>21 dias sem</sub> =  $-0,0045x^2 + 1,7091x + 1325,3$ ;  $R^2 = 0,39$  (Ponto máximo, +189,9 kcal/kg);

<sup>2</sup>AV<sub>21 dias com</sub> =  $0,72x + 1335$ ;  $R^2 = 0,84$ ;

<sup>3</sup>AV<sub>44 dias sem</sub> =  $-0,0064x^2 + 2,6825x + 1452,1$ ;  $R^2 = 0,50$  (Ponto máximo, +209,5 kcal/kg);

<sup>4</sup>AV<sub>44 dias com</sub> =  $0,0078x^2 + 2,0964x + 1608,1$ ;  $R^2 = 0,75$  (Ponto mínimo, +134,4 kcal/kg);

<sup>5</sup>PC<sub>21 dias sem</sub> =  $-0,0007x^2 + 0,2829x + 144,14$ ;  $R^2 = 0,47$  (Ponto máximo, +202,1 kcal/kg);

<sup>6</sup>PC<sub>44 dias sem</sub> =  $-0,0008x^2 + 0,1269x + 272,54$ ;  $R^2 = 0,90$  (Ponto máximo, +79,3 kcal/kg)

<sup>7</sup>RVC<sub>44 dias sem</sub> =  $0,0058x + 5,832$ ;  $R^2 = 0,94$ ;

<sup>8</sup>RVC<sub>44 dias com</sub> =  $0,00005x^2 - 0,0149x + 7,7157$ ;  $R^2 = 0,77$  (Ponto mínimo, +148,9 kcal/kg).

Aos 21 dias, os níveis de EM, sem a suplementação de xilanase, influenciaram de forma quadrática ( $PC_{21 \text{ dias sem}} = -0,0007x^2 + 0,2829x + 144,14$ ;  $R^2 = 0,47$ ;  $P = 0,004$ ) a profundidade de cripta, estimando-se que no aumento de 202,1 kcal/kg de EM nas dietas com menores teores energéticos, encontrara-se maior profundidade de cripta; As dietas contendo a xilanase não influenciaram ( $P > 0,05$ ) esta variável. Resultados semelhantes foram observados aos 44 dias ( $PC_{44 \text{ dias sem}} = -0,0008x^2 + 0,1269x + 272,54$ ;  $R^2 = 0,90$ ;  $P = 0,009$ ), no qual estima-se que com o aumento de 79,3 kcal/kg de EM nas

dietas com menores teores energéticos, seria obtida a maior profundidade de cripta aos 44 dias.

A adição da xilanase proporcionou menores profundidades de cripta quando houve aumentos na EM até o nível de 225 kcal/kg nas dietas com menores teores energéticos, em comparação a não utilização da xilanase.

Os níveis de EM influenciaram de forma linear ( $RVC_{44 \text{ dias sem}} = 0,0058x + 5,832$ ;  $R^2 = 0,94$ ;  $P < 0,001$ ) a relação vilo:cripta das aves que receberam dieta sem a suplementação da xilanase aos 44 dias; já quando foram suplementadas com a enzima pode-se observar efeitos quadrático ( $RVC_{44 \text{ dias com}} = 0,00005x^2 - 0,0149x + 7,7157$ ;  $R^2 = 0,77$ ;  $P = 0,001$ ) sobre a relação vilo:cripta, estimando-se que com aumento de 148,9 kcal/kg de EM nas dietas com menores teores energéticos em estudo, teria uma maior relação de vilo:cripta.

Praticamente todas as dietas suplementadas com enzima xilanase apresentaram maior relação vilo:cripta nas aves com 44 dias, exceto ao nível de suplementação de 225 kcal/kg de EM.

Em dietas com menor nível energético observa-se que a enzima teve efeito aditivo sobre a relação vilo:cripta, podendo observar aumento de em 23,4% na relação vilo:cripta (RVC = sem xilanase 5,43 vs com xilanase 7,09) (Tabela 14).

A altura de vilo, profundidade de cripta e a relação vilo:cripta do duodeno das aves foram influenciados pela concentração de EM das dietas, observa-se um efeito linear para a altura dos vilos, à medida que a EM na dieta aumenta a altura dos vilos também aumentam, esses resultados podem explicar a melhora do desempenho das aves. A maior altura de vilo corresponde a um maior número de células epiteliais (enterócitos, células caliciformes e enteroendócrinas) e, conseqüentemente, de um acréscimo na capacidade digestiva e absorptiva do intestino. Esse fato explica o bom desempenho zootécnico dos frangos de cortes avaliados nesse estudo.

Em trabalho realizado por Duarte et al. (2012) sobre o desempenho e morfometria duodenal de frangos de corte submetidos a diferentes níveis de energia e programas de alimentação de 42 a 57 dias de idade; observaram que o nível de 3600 kcal/kg de EM proporcionou melhoria no desempenho das aves e maior altura de vilosidade do duodeno.

Segundo Macari et al. (2002) a densidade e tamanho de vilos e de microvilos, em cada segmento do intestino delgado, possui características próprias aos mesmos, sendo que na presença de nutrientes a capacidade absorptiva é proporcional à densidade e



tamanho dos vilos, ou seja, à área de superfície disponível para absorção. A relação vilo:cripta também é um indicador da capacidade digestiva do intestino delgado, o aumento desta relação corresponde à melhor digestão e absorção.

Quanto maior a relação vilo:cripta maior é a área de absorção e melhor é o aproveitamento energético dos animais, essa relação é tida quando observa-se maior altura de vilo e menor profundidade de cripta. Sendo assim a superfície de contato do intestino é maior e a proliferação celular está sendo menor, esse último fator permite que valores energéticos que seriam utilizados no *turnover* das células intestinais sejam direcionados à produção.

Vilosidades curtas têm sido associados com a presença de toxinas (Awad et al., 2006) e criptas mais profundas como um indicador de rotação mais rápida para assegurar uma renovação das vilosidades, conforme necessário em resposta a descamação normal ou a partir de bactérias patogênicas e as suas toxinas (Yason et al., 1987). Renovação do tecido mais rápido promove aumento nas exigências de energia e proteína para manutenção do intestino e, conseqüentemente, redução da eficiência dos animais (Xu et al., 2003). A diminuição da ação dos PNAs ajuda no trânsito do bolo alimentar fazendo com que o intestino funcione normalmente, esses benefícios garantem uma menor descamação do epitélio não havendo uma constante necessidade de renovação epitelial, nesse sentido a ação da xilanase proporcionou uma melhora na saúde intestinal permitindo uma maior área de absorção e melhor aproveitamento da energia destinada à produção.

Os resultados desse estudo corroboram os dados de Rebolé et al. (2010) que observaram uma maior relação vilo:cripta em aves que receberam xilanase e  $\beta$  glucanase, os autores atribuíram essa maior relação à menor profundidade das criptas do intestino, as quais indicam uma menor renovação celular.

Outro fator que pode atribuir um aumento da relação vilo:cripta pode estar relacionado com o mecanismo dose/resposta, pois a enzima proporciona uma maior disponibilidade de nutrientes no epitélio, de forma que necessita ser absorvido, isso implica em maior desenvolvimento das células dos enterócitos no intuito de digerir e absorver tais nutrientes.

Com a melhor relação vilo:cripta e melhores conversões alimentares em animais que receberam dietas contendo xilanase fica evidenciado que houve um desenvolvimento dos mecanismos de digestão e absorção dos nutrientes, essa melhora pode estar relacionada com a observação descrita em outros estudos, Engberg et al.,

(2004) relatou que a adição de xilanase aumentou a atividade da quimotripsina e da lipase, Guo et al. (2014) afirma que houve um aumento da atividade da amilase pancreática quando houve a suplementação de xilanase nas dietas. As enzimas endógenas podem ter sido efetivadas com a maior quantidade de substrato proveniente da quebra dos arabinosilanos pela a enzima. Esses fatores podem explicar melhoria no epitélio intestinal, o qual é ponto chave na absorção dos nutrientes.

#### 4.4. Características ósseas

O aumento dos níveis energéticos nas dietas das aves aos 21 dias aumentou a resistência óssea ( $P = 0,004$ ) de forma linear ( $RO_{21 \text{ dias}} = 0,0137x + 2,793$ ;  $R^2 = 0,79$ ;  $P = 0,001$ ), resultado similar foi observado aos 44 dias ( $RO_{44 \text{ dias}} = 2926x + 39003$ ;  $R^2 = 0,98$ ;  $P < 0,001$ ) (Tabela 15).

Aos 44 dias a densidade óssea também foi influenciada ( $P = 0,001$ ) pelos níveis de EM da dieta de forma linear ( $-0,0361x + 131,66$ ;  $R^2 = 0,75$ ;  $P = 0,001$ ), à medida que os níveis energéticos da dieta aumentaram houve um decréscimo no IS.

**Tabela 15** - Resistência óssea, percentual de cinzas e índice Seedor nas tíbias de frangos de corte com 21 e 44 dias de idade recebendo dietas com diferentes níveis de Energia Metabolizável (EM), suplementadas ou não com Xilanase (XIL)

Níveis de EM nas dietas (kcal/kg)*			Resistência Óssea (kgf)		Cinzas (%)		Índice Seedor	
1 a 21 dias	22 a 35 dias	36 a 44 dias	21 dias	44 dias	21 dias	44 dias	21 dias	44 dias
2850	2900	3000	24,952d	41,207e	46,33c	38,82c	55,56ab	133,65a
2925	2975	3075	27,749c	45,917d	46,40bc	38,61c	48,30c	125,54bc
3000	3050	3150	28,558bc	47,516c	46,19d	38,71c	53,75b	126,01b
3075	3125	3225	28,032b	51,245b	46,64ab	39,61b	58,75a	126,28b
3150	3200	3300	29,947a	53,123a	46,73a	41,33a	53,67b	119,74c
<b>Xil (100g/ton)**</b>								
Sem			28,364	48,152	46,60a	39,61a	53,66	126,52
Com			27,332	47,451	46,31b	39,22b	54,35	125,96
C.V.(%)			15,98	8,95	0,85	3,5	11,59	7,44
<b>Valor de P</b>								
EM			0,004	< 0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,001
Xil			0,208	0,619	<0,001	0,035	0,509	0,764
EM x Xil			0,038	0,919	<0,001	<0,001	<0,001	0,092
<b>Regressão</b>								
Linear			0,0011	< 0,001 <sup>2</sup>	<0,001	<0,001	0,072	0,001 <sup>5</sup>
Quadrática			0,365	0,534	0,001 <sup>3</sup>	<0,001 <sup>4</sup>	0,369	0,706

\*Médias seguidas de letras diferentes na mesma coluna diferem entre si pelo teste de Tukey ( $P < 0,05$ );

\*\*Médias seguidas de letras diferentes na mesma coluna diferem entre si pelo teste F ( $P < 0,05$ );

<sup>1</sup> $RO_{21 \text{ dias}} = 0,0137x + 2,793$ ;  $R^2 = 0,79$ ;

<sup>2</sup> $RO_{44 \text{ dias}} = 0,0389x + 41,97$ ;  $R^2 = 0,98$ ;

<sup>3</sup> $C_{21 \text{ dias}} = 0,000009x^2 - 0,0013x + 46,35$ ;  $R^2 = 0,72$  (Ponto mínimo, +138kcal/kg);

<sup>4</sup> $C_{44 \text{ dias}} = 0,00006x^2 - 0,0097x + 38,878$ ;  $R^2 = 0,99$  (Ponto mínimo, +124kcal/kg);

<sup>5</sup> $IS_{44 \text{ dias}} = -0,0361x + 131,66$ ;  $R^2 = 0,75$ .

Houve interação entre EM com a suplementação da xilanase ( $P = 0,038$ ) sobre a resistência óssea de frangos de corte aos 21 dias. As aves que apresentaram tíbias mais resistentes à fratura foram as que receberam um incremento de 300 kcal/kg de EM na dieta, suplementação essa baseada na dieta de menor nível energético, sem a inclusão da xilanase, demonstrando comportamento linear ( $RO_{21 \text{ dias sem}} = 19,088x + 25501$ ;  $R^2 = 0,73$ ;  $P = 0,001$ ) (Tabela 16).

Aves que receberam dietas com aumento em 75 kcal/kg de EM nas dietas (2925, 2975, 3075 kcal/kg, na fase inicial, crescimento e final respectivamente), apresentaram resistência óssea semelhante às aves que receberam dietas com aumento em 300 kcal/kg de EM (3150, 3200 e 3300 kcal/kg na fase inicial, crescimento e final respectivamente) com ou sem a xilanase. Não houve ajuste de regressão em função da EM para aves que recebiam a enzima na dieta ( $P > 0,05$ ).

**Tabela 16** - Desdobramento da interação entre energia metabolizável (EM) e a enzima xilanase (XIL), nas variáveis de resistência óssea, teor de cinzas nos ossos e índice seedor em aves com 21 dias e teor de cinzas nos ossos em aves com 44 dias

Seedor em aves com 21 dias e teor de cinzas nos ossos em aves com 44 dias							
Dias	Níveis de EM nas dietas (kcal/kg)					Regressão	
1 a 21	2850	2925	3000	3075	3150		
22 a 35	2900	2975	3050	3125	3200	L	Q
36 a 44	3000	3075	3150	3225	3300		
Xilanase	Resistência Óssea aos 21 dias (kgf)						
Sem	25,773deA	25,962cdeB	30,137abA	28,067bcdA	31,879aA	0,001 <sup>1</sup>	0,836
Com	24,131eB	29,536abcA	26,978bcdeB	27,997bcdB	28,014bcdB	0,129	0,138
Cinzas nos ossos aos 21 dias (%)							
Sem	46,48bA	46,52bA	46,67abA	46,82aA	46,63abB	0,031 <sup>2</sup>	0,149
Com	46,19cB	46,48bB	45,59dB	46,47bB	46,85aA	<0,001	<0,001 <sup>3</sup>
Cinzas nos ossos aos 44 dias (%)							
Sem	39,54cdA	38,30efB	39,76cA	39,83bcA	40,60bB	0,001	0,014 <sup>4</sup>
Com	38,09fB	38,92deA	37,66fB	39,39cdB	42,05aA	<0,001	<0,001 <sup>5</sup>
Índice Seedor dos ossos aos 21 dias							
Sem	51,92deB	48,47eA	50,73deB	63,16aA	54,02cdA	0,005 <sup>6</sup>	0,844
Com	59,19abA	48,12eB	56,77bcA	54,34cdB	53,33cdB	0,292	0,145

Médias seguidas de diferentes letras minúsculas diferem entre si pelo teste de Tukey ( $P < 0,05$ ). Médias seguidas de diferentes letras maiúsculas na coluna diferem entre si pelo teste F ( $P < 0,05$ )

<sup>1</sup> $RO_{21 \text{ dias sem}} = 19,088x + 25501$ ;  $R^2 = 0,73$ ;

<sup>2</sup> $C_{21 \text{ dias sem}} = 0,0008x + 46,506$ ;  $R^2 = 0,48$ ;

<sup>3</sup> $C_{21 \text{ dias com}} = 0,00002x^2 - 0,0057x + 46,329$ ;  $R^2 = 0,50$  (Ponto mínimo, +142,5kcal/kg);

<sup>4</sup> $C_{44 \text{ dias sem}} = 0,00003x^2 - 0,0052x + 39,254$ ;  $R^2 = 0,66$  (Ponto mínimo, +86,6kcal/kg);

<sup>5</sup> $C_{44 \text{ dias com}} = 0,00008x^2 - 0,0141x + 38,494$ ;  $R^2 = 0,86$  (Ponto mínimo, +88,1kcal/kg);

<sup>6</sup> $IS_{21 \text{ dias sem}} = 0,0252x + 49,885$ ;  $R^2 = 0,28$ .

Os teores de cinzas nas tíbias das aves aos 21 dias seguiram a mesma linha de tendência da resistência óssea, à medida que houve incremento nos níveis de EM na dieta sem xilanase os teores de cinzas também aumentaram de forma linear ( $C_{21 \text{ dias sem}} =$

$0,0008x + 46,506$ ;  $R^2 = 0,48$ ;  $P = 0,031$ ). Já para aves que receberam dietas contendo a xilanase, os teores de cinzas dos ossos aos 21 dias foram influenciado de forma quadrática ( $C_{21 \text{ dias com}} = 0,00002x^2 - 0,0057x + 46,329$ ;  $R^2 = 0,50$ ;  $P < 0,001$ ), sendo que, o aumento de 142,5 kcal/kg de EM na dieta de menor nível energético, promoveu menor deposição de cinzas na tíbia.

Efeito de interação entre EM e a xilanase foi observado sobre o teor de cinzas dos ossos de aves aos 44 dias. Em ambas as dietas contendo ou não a enzima nos diferentes níveis de energia, o modelo de ajuste da regressão foi o quadrático ( $C_{44 \text{ dias sem}} = 0,00003x^2 - 0,0052x + 39,254$ ;  $R^2 = 0,66$ ;  $P = 0,014$ ), estimando-se um aumento de 86,6kcal/kg de EM, nas dietas de menor nível energético em estudo, sem suplementação da enzima. Em dietas suplementadas com xilanase a equação ( $C_{44 \text{ dias com}} = 0,00008x^2 - 0,0141x + 38,494$ ;  $R^2 = 0,86$ ;  $P < 0,001$ ) estima ponto mínimo de deposição de cinzas nas tíbias com o aumento de 88,1 kcal/kg de EM nas dietas com menor teor energético em estudo.

Os ossos dos frangos com 21 e 44 dias foram mais resistentes quando houve um incremento na EM das dietas, os ajustes de regressão demonstra um comportamento linear crescente, à medida que se aumenta os níveis de energia na dieta os ossos ficaram mais resistentes, o mesmo comportamento foi observado na concentração de cinzas das tíbias. Rath et al. (1999) demonstraram a existência de correlações positivas entre a resistência óssea o conteúdo de cinzas e a densidade mineral. A maior deposição mineral nas tíbias garante que as aves apresentem maior resistência a lesões decorrentes dos manejos possibilitando ainda suportar o grande peso dos animais na última fase de vida.

Os níveis energéticos mais elevados proporcionaram um melhor funcionamento do organismo aliando maior quantidade de energia destinada ao metabolismo com uma melhor área de absorção no lúmen intestinal, caracterizada por maior comprimento de vilo, esses fatores podem ter influenciado na absorção e deposição dos minerais nos ossos.

Outro ponto que pode justificar a maior deposição mineral e resistência óssea de frangos alimentados com os níveis mais altos de EM é a relação direta que os lipídeos têm com a vitamina D, a qual participa ativamente no metabolismo do cálcio. Pode ter ocorrido uma melhoria na função dessa vitamina lipossolúvel no interior das células possibilitando um maior aproveitamento mineral pelo organismo.

A adição de óleo na ração de frangos de corte interfere no metabolismo mineral das aves, reduzindo o teor de cinzas ósseas e a retenção de cálcio nos ossos. Isso é atribuído à formação de sabões insolúveis de ácidos graxos com esses minerais no intestino delgado das aves, o que diminui a absorção intestinal e a retenção do cálcio (Whitehead et al., 1971; Waibel, Marz, 1964; Griffith et al., 1961). Tais efeitos causados pela adição do óleo de soja nas dietas não foram observados no presente estudo, podendo indicar que a suplementação lipídica na dieta no intuito de aumentar a EM não causou efeitos deletérios na formação e mineralização óssea dos animais, podendo ser utilizadas normalmente.

Energia proveniente de fontes lipídicas em comparação à energia provinda de carboidratos proporciona melhores resultados para resistência e deposição mineral nos ossos. Fontes ricas em ácidos graxos desempenha papel importante no metabolismo mineral.

#### **4.5. Análise de Custo**

A viabilidade econômica é de suma importância na elaboração e divulgação de pesquisas com alimentos para os animais, nem sempre resultados fisiológicos favoráveis garantem uma eficiência e viabilidade na produção de aves. Para tanto o custo médio gasto com ração para se produzir um quilo de carne ( $Y_i$ ) deve ser calculado, tendo em vista que tal indicativo servirá de base para os cálculos subsequentes que darão suporte a tomada de decisões nas granjas. Vale ressaltar que nem sempre as dietas de menores valores trarão melhores índices de rentabilidade, nem sempre a produtividade do lote será favorável.

Observa-se que o preço das dietas utilizadas na fase de 1 a 21 dias para produzir um quilo de frango vivo possui uma variação de até 0,12 centavos entre os tratamentos, onde o custo mais alto foi detectado no tratamento de menor nível energético sem adição da xilanase (Tratamento 1 – 2850kcal/kg). Dietas com nível de 3075 kcal/kg de EM sem adição de enzima (Tratamento 4), demonstrou-se a mais viável para produzir um quilo de frango (Tabela19).

Dos 22 aos 35 dias houve uma menor variação entre o custo das dietas para produzir um quilo de frango vivo, entre menor e maior custo médio de alimentação houve um aumento de 0,9 centavos, os resultados desta fase já demonstram a ação da enzima em reduzir o custo de produção, tendo em vista que o tratamento com 2975

kcal/kg de EM com a adição de enzima (Tratamento 7) se mostrou com menor custo de produção (R\$ 1,14 para produzir 1 kg de frango vivo) (Tabela 17).

**Tabela 17** - Custo médio de alimentação necessário para produzir um quilograma de frango vivo alimentados com dietas com níveis crescentes de energia metabolizável com ou sem a inclusão de xilanase

Fases de criação	Custo médio de alimentação por kg de peso vivo (Yi) (R\$/kg)									
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10
<b>1 a 21 dias<sup>1</sup></b>	1,12	1,04	1,04	1,00	1,03	1,06	1,02	1,03	1,05	1,02
<b>22 a 35 dias<sup>2</sup></b>	1,19	1,19	1,21	1,22	1,21	1,16	1,14	1,22	1,23	1,23
<b>36 a 44 dias<sup>3</sup></b>	1,21	1,25	1,34	1,28	1,40	1,23	1,26	1,35	1,31	1,42
<b>1 a 44 dias</b>	1,17	1,16	1,19	1,17	1,20	1,15	1,14	1,19	1,19	1,20

<sup>1</sup>T1 a T5 (2850, 2925, 3000, 3075, 3150 kcal/kg) sem xilanase; T6 a T10 (2850, 2925, 3000, 3075, 3150 kcal/kg) com xilanase;

<sup>2</sup>T1 a T5 (2900, 2975, 3050, 3125, 3200 kcal/kg) sem xilanase; T6 a T10 (2900, 2975, 3050, 3125, 3200 kcal/kg) com xilanase;

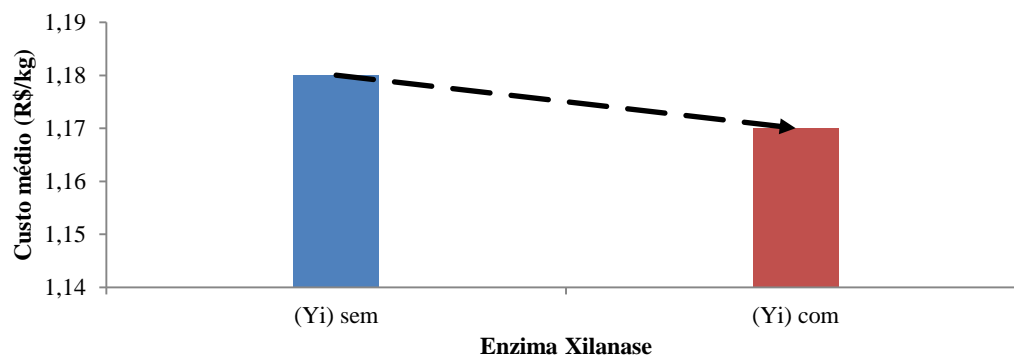
<sup>3</sup>T1 a T5 (3000, 3075, 3150, 3225, 3300 kcal/kg) sem xilanase; T6 a T10 (3000, 3075, 3150, 3225, 3300 kcal/kg) com xilanase;

Na última fase de criação (36 a 44 dias) as dietas tiveram um custo mais alto para produção, chegando a variar 0,21 centavos entre tratamentos, esse fato é explicado pela grande quantidade de óleo utilizado para elevar os teores energéticos da dieta, esse ingrediente é tido como um dos mais caros na composição das rações. Observa-se que quanto maior o nível energético das dietas, maiores são os valores de produção, caracterizando o alto custo dos ingredientes que fornecem energia.

É importante relatar os preços das dietas em cada fase de criação e verificar qual dieta melhor se ajusta por fase, no entanto a análise média geral de todo experimento dá uma maior segurança para se adotar um programa específico das dietas para a criação dos frangos. Esse ponto é importante por haver um efeito residual fisiologicamente das fases anteriores que quando somadas podem relatar o ideal programa alimentar. Nesse sentido observa-se que na avaliação de custo médio de produção com ração para produção de um quilo de frango o programa alimentar que possuía menor custo ao produtor foi observado no tratamento 7, sendo que os níveis energéticos para as fases inicial, crescimento e final foram 2925, 2975, 3075 kcal/kg respectivamente, esses tratamentos continha a enzima xilanase (Tabela 17).

Essa análise de custo assegura a ação da xilanase, a qual disponibiliza uma carga energética extra, beneficiando a produtividade aliada principalmente a resultados viáveis economicamente ao produtor. Para tanto, verificou-se a ação apenas da inclusão ou não da xilanase nas dietas, juntando os valores de (Yi) sem enzima (T1 ao T5) e a

junção dos valores ( $Y_i$ ) com enzima (T6 ao T10) observa-se que a adição da enzima torna as dietas mais viáveis (Figura 1).



**Figura 1** - Custo médio de alimentação ( $Y_i$ ) (R\$/kg) em dietas para frangos de corte sem e com adição de xilanase.

A Figura 01 ainda mostra que houve um decréscimo de 1 centavo no custo para produzir um quilo de frango vivo. Levando em consideração o ganho de peso final das aves (2,920 kg em média) alimentadas com xilanase nesse experimento, o produtor teria uma economia de aproximadamente 3 centavos por animal. São valores relativamente baixos, porém pode caracterizar uma renda grande em um montante elevado de animais destinados a comercialização.

Outra variável que está diretamente relacionada com o custo médio para produção de um quilo de frango vivo é o índice de eficiência econômica (IEE), para calcular esse índice leva-se em consideração o menor custo médio para produção de um quilo de frango em relação aos outros custos entre os tratamentos, sendo este índice dado em porcentagem.

Esta análise compara o melhor custo de produção e relaciona com os demais custos obtidos entre os tratamentos, ela indica o quanto que as dietas se aproximam da que é considerada mais viável em termos de produtividade e economia, sendo outra forma de explicar o comportamento dos resultados obtidos no cálculo de custo médio de alimentação para produção de um quilo de ave. Nesse sentido verifica-se que a dieta que possui melhor IEE é a do tratamento 7 (IEE 100%), seguida do tratamento 6 (IEE 99,1%). Ambas as dietas foram formuladas com a adição da enzima xilanase (Tabela 18).

**Tabela 18** - Índice de eficiência econômica (IEE) baseado em dietas contendo níveis crescentes de energia metabolizável com ou sem a adição de enzima xilanase para frangos de corte

Fases de criação	IEE - Índice de eficiência econômica (%)									
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10
<b>1 a 21 dias<sup>1</sup></b>	89,0	95,8	96,5	100,0	96,7	94,3	97,76	97,4	95,1	98,3
<b>22 a 35 dias<sup>2</sup></b>	96,3	96,	94,0	93,4	94,7	98,7	100,0	93,7	92,5	92,7
<b>36 a 44 dias<sup>3</sup></b>	100,0	97,0	90,7	94,6	87,0	98,5	96,4	89,8	92,4	85,7
<b>1 a 44 dias</b>	96,8	98,1	95,7	97,4	94,9	99,1	100,0	95,7	95,1	94,3

<sup>1</sup>T1 a T5 (2850, 2925, 3000, 3075, 3150 kcal/kg) sem xilanase; T6 a T10 (2850, 2925, 3000, 3075, 3150 kcal/kg) com xilanase;

<sup>2</sup>T1 a T5 (2900, 2975, 3050, 3125, 3200 kcal/kg) sem xilanase; T6 a T10 (2900, 2975, 3050, 3125, 3200 kcal/kg) com xilanase;

<sup>3</sup>T1 a T5 (3000, 3075, 3150, 3225, 3300 kcal/kg) sem xilanase; T6 a T10 (3000, 3075, 3150, 3225, 3300 kcal/kg) com xilanase;

O índice de custo médio (IC) também é uma variável que compara o custo de produção de cada tratamento para produzir um quilo de frango vivo, dado em porcentagem. Nessa variável o IC do melhor tratamento é considerado o 100% e os demais são comparados a ele, observando o acréscimo de IC entre os tratamentos.

Igualmente a variável de IEE observa-se que o programa alimentar do tratamento 7 possui o melhor índice de custo médio (IC 100%), seguido do programa alimentar do tratamento 6 (101,0%) (Tabela 19).

**Tabela 19** - Índice de custo médio (IC) de frangos de corte alimentados com dietas contendo níveis crescentes de energia metabolizável com ou sem a inclusão da enzima xilanase

Fases de criação	IC - índice de custo médio (%)									
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10
<b>1 a 21<sup>1</sup></b>	112,4	104,4	103,6	100,0	103,4	106,0	102,3	102,7	105,2	101,7
<b>22 a 35<sup>2</sup></b>	103,9	104,2	106,3	107,1	105,6	101,4	100,0	106,7	108,1	107,8
<b>36 a 44<sup>3</sup></b>	100,0	103,1	110,2	105,7	114,9	101,5	103,6	111,3	108,1	116,6
<b>1 a 44 dias</b>	103,3	101,9	104,5	102,6	105,4	101,0	100,0	104,4	105,2	106,0

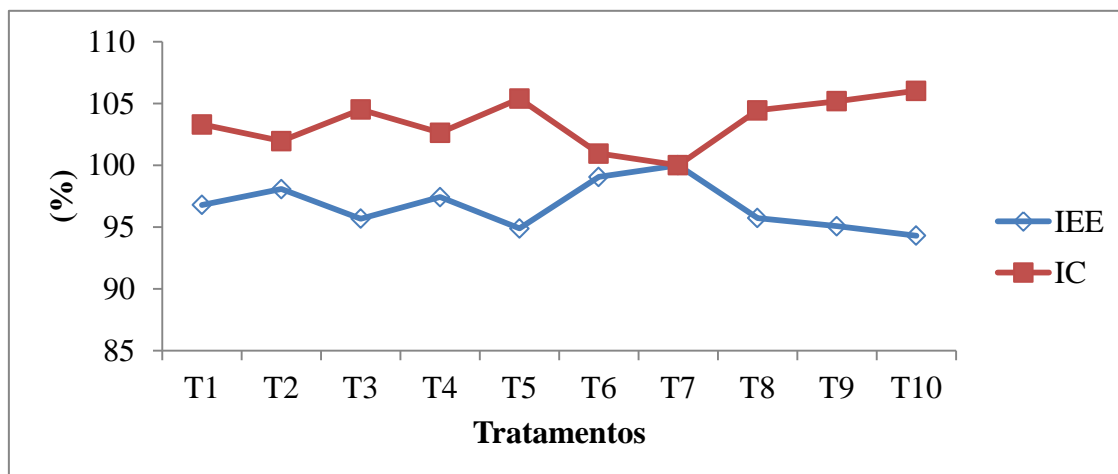
<sup>1</sup>T1 a T5 (2850, 2925, 3000, 3075, 3150 kcal/kg) sem xilanase; T6 a T10 (2850, 2925, 3000, 3075, 3150 kcal/kg) com xilanase;

<sup>2</sup>T1 a T5 (2900, 2975, 3050, 3125, 3200 kcal/kg) sem xilanase; T6 a T10 (2900, 2975, 3050, 3125, 3200 kcal/kg) com xilanase;

<sup>3</sup>T1 a T5 (3000, 3075, 3150, 3225, 3300 kcal/kg) sem xilanase; T6 a T10 (3000, 3075, 3150, 3225, 3300 kcal/kg) com xilanase;

Os dados fisiológicos retratam uma resposta genética do animal em produzir, no entanto a viabilidade econômica transparece resultados esperados em campo, os quais em termos técnicos podem ser adotados pelo produtor. Observa-se na Figura 2 a tendência dos IEE e IC entre os tratamentos experimentais.





**Figura 2** – Índice de Eficiência Econômica (IEE) e índice de Custo médio (IC) entre os tratamentos experimentais contendo níveis crescentes de energia metabolizável sem ou com a adição de xilanase.

A figura relata bem o comportamento das variáveis IEE e IC, mostrando que o programa nutricional que apresenta maior viabilidade econômica encontra-se no Tratamento 7 (2925, 2975, 3075 kcal/kg nas fases inicial, crescimento e final respectivamente com a enzima xilanase), tal situação demonstra que a enzima proporciona bons resultados, principalmente na parte econômica.

Verifica-se que nos últimos três tratamentos, os quais continham os programas alimentares com maior concentração energética e adição de xilanase, o IEE foram os mais baixos e o IC os mais altos. Apesar de fisiologicamente tratamentos com níveis energéticos maiores proporcionarem melhores ganhos de peso, como descrito, o custo das dietas se tornam inviáveis a nível de campo. Esse fator é caracterizado pela alta inclusão de óleo nas dietas, sendo este, um alimento oneroso, e muitas vezes as respostas fisiológicas benéficas não garantem a eficácia quando se trata de custo e produção.

## 5. CONCLUSÃO

Recomenda-se uso de xilanase em dietas a base de milho e soja em níveis de 3075, 3200 e 3225 kcal/kg de energia metabolizável para frangos de corte na fase inicial, crescimento e final respectivamente.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Adeola, O.; Jendza, J.A.; Southern, L.L.; Powell, S. and Owusu-Asiedu, A. 2010. Contribution of exogenous dietary carbohydrases to the metabolizable energy value of corn distillers grains for broiler chickens. *Poultry Science* 89:1947-1954.

Association of Official Analytical Chemists - AOAC. 1990. Official methods of analysis: agricultural chemicals, contaminants and drugs. 15. ed. Washington. 1:684.

Awad, W. A.; Böhm, J.; Razzazi-Fazelli, E.; Ghareeb, K. and Zentek, J. 2006. Effect of addition of a probiotic microorganism to broiler diets contaminated with deoxynivalenol on performance and histological alteration of intestinal villi of broiler chickens. *Poultry Science* 85:974-979.

Barbosa, H. P.; Fialho, E. T.; Ferreira, A. S.; Lima, G. J. M. and Gomes, M. F. M. 1992. Triguilho para suínos nas fases iniciais de crescimento e terminação. *Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia* 21:827-837.

Barbosa, N. A. A.; Sakomura, N. K.; Bonato, N. K.; Bonato, M. A.; Hauschild, L. and Oviedo-Rondon, E. 2012. Enzimas exógenas em dietas de frangos de corte: desempenho. *Ciência Rural*, 42:1497-1502.

Bellaver, C.; Fialho, E. T.; Protas, J. F. S. and Gomes, P. C. 1985. Radícula de malte na alimentação de suínos em crescimento e terminação. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 20:969-974.

Bertechini, A. G. Nutrição de monogástricos. 1 ed. Lavras: Editora UFLA, p.301. 2006.

Bertechini, A.G. Nutrição de monogástricos, 2 ed. Lavras: Editora UFLA, p.373. 2012.

Conte, A. J.; Teixeira, A. S.; Bertechini, A. G.; Fialho, E. T. and Mubiz, J. A. 2002. Efeito da fitase e xilanase sobre a energia metabolizável do farelo de arroz integral em frangos de corte. *Ciência e Agrotecnologia* 26:1289-1296.

Coppedge, J. R.; Oden, L. A.; Ratliff, B.; Brown, B.; Ruch, F. and Lee, J.T. 2012. Evaluation of nonstarch polysaccharide-degrading enzymes in broiler diets varying in nutrient and energy levels as measured by broiler performance and processing parameters. *Journal of Applied Poultry Research*, 21:226-234.

Cousins, B. 1999. Enzimas na nutrição de aves; In: I Simpósio Internacional ACAV – Embrapa sobre Nutrição de Aves, – Concórdia, Santa Catarina.

Cowieson, A. J.; Olukosi, O. A. and Adeola, O. 2008. Influence of enzyme supplementation of maize-soyabean meal diets on carcass composition, whole-body nutrient accretion and total tract nutrient retention of broilers. *British Poultry Science* 49:436-445.

Cunningham, J. G.; Klein, B. G. 2008. Tratado de fisiologia veterinária. In: Digestão e Absorção: O processo não-fermentativo. 4. ed. Rio de Janeiro: Editora Elsevier, p. 523.

Duarte, K. F.; Junqueira, O. M.; Borges, L. L.; Santos, E. T.; Marques, R. H.; Quadros, T. C. O. and Domingues, C. H. F. 2012. Desempenho e morfometria duodenal de frangos de corte submetidos a diferentes níveis de energia e programas de alimentação de 42 a 57 dias de idade. *Ciência Animal Brasileira* 13:197-204.

Engberg, R. M.; Hedemann, M. S.; Steenfeldt, S. and Jensen, B.B. 2004. Influence of whole wheat and xylanase on broiler performance and microbial composition and activity in the digestive tract. *Poultry Science* 83:925–938.

Esmailipour, O.; Shivazad, M.; Moravej, H.; Aminzadeh, S.; Rezaian, M. and Van Krimpen, M. M. 2011. Effects of xylanase and citric acid on the performance, nutrient retention, and characteristics of gastrointestinal tract of broilers fed low-phosphorus wheat-based diets. *Poultry Science* 90:1975-1982.

Fernandes, M. H. M. R. and Toro-Velasquez, P. A. 2014. Nutrição de Ruminantes. Seção II – Digestão e metabolismo dos nutrientes, cap 3:79-93.

Ferreira, A. H. C. 2010. Raspa integral da raiz de mandioca para frangos de corte. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) - Universidade Federal do Piauí, 89p.

Griffith, F. D.; Grainger, R.B. and Begin, J.J. 1961. The effect of dietary fat and cellulose on apparent calcium digestibility in growing chickens. *Poultry Science* 40:1492-1497.

Guo, S.; Liu, D.; Zhao, X.; Li, C.; and Guo, Y. 2014. Xylanase supplementation of a wheat-based diet improved nutrient digestion and mRNA expression of intestinal nutrient transporters in broiler chickens infected with *Clostridium perfringens*. *Poultry Science* 93:94–103.

Kalmendal, R. and Tauson, R. 2012. Effects of a xylanase and protease, individually or in combination, and an ionophore coccidiostat on performance, nutrient utilization, and intestinal morphology in broiler chickens fed a wheat-soybean meal-based diet. *Poultry Science* 91:1387-1393.

Kiarie, E.; Romero, L. F. and Ravindran, V. 2014. Growth performance, nutrient utilization, and digesta characteristics in broiler chickens fed corn or wheat diets without or with supplemental xylanase. *Poultry Science* 93:1186–1196.

Kim, W. K.; Donalson, L. M.; Herrera, P.; Woodward, C. L.; Kubena, L. F.; Nisbet, D. J. and Ricker, S.C. 2004. Effects of Different Bone Preparation Methods (Fresh, Dry, and Fat-Free Dry) on Bone Parameters and the Correlations Between Bone Breaking Strength and the Other Bone Parameters. *Poultry Science* 83:1663–1666.

Leeson, S.; Summers, J.D. 2001. Nutrition of the chicken. 4. ed. Guelph, Ontario: University Books, 591p.

Lima, M. R.; Silva, J. H. V.; Araújo, J. A.; Lima, C. B. and Oliveira, E. R. A. 2007. Enzimas exógenas na alimentação de aves. *Acta Veterinaria Brasilica* 1:99-110.

Lu, H.; Adedokun, S. A.; Preynat, A.; Legrand-Defretin, V.; Geraert, P. A.; Adeola, O. and Ajuwon, K. M. 2013. Impact of exogenous carbohydrases and phytase on growth

performance and nutrient digestibility in broilers. *Canadian Journal of Animal Science* 93:243-249.

Macari, M.; Furlan, R.L. and Gonzales, E. 2002. *Fisiologia Aviária Aplicada a Frangos de Corte*. 2 ed Ampliada. Jaboticabal: FUNEP/UNESP, p.113-123.

O'Neill, M. H. V.; Liu, N.; Wang, J. P.; Diallo, A. and Hill, S. 2012. Effect of Xylanase on Performance and Apparent Metabolisable Energy in Starter Broilers Fed Diets containing One Maize Variety Harvested in Different Regions of China. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences* 25:515–523.

Park, S. Y.; Birkhold, S. G.; Kuben, L. F.; Nisbet, D. J. and Ricke, S. C. 2003. Effect of storage condition on bone breaking strength and bone ash in laying hens at different stages in production cycles. *Poultry Science* 82:1688–1691.

Pirgozliev, V.; Bravo, D.; Mirza, M. W. and Rose, S. P. 2015. Growth performance and endogenous losses of broilers fed wheat-based diets with and without essential oils and xylanase supplementation. *Poultry Science* 94:1227–1232.

Ramos, A. H.; Santos, L. M.; Miglino, M. A.; Peres, J. A. and Guerra, R. R. 2011. Biometria, histologia e morfometria do sistema digestório do cachorro-do-mato (*Cerdocyon thous*) de vida livre. *Biotemas* 24:111-119.

Rath, N. C.; Balog, J. M. and Huff, W. E. 1999. Comparative differences in the composition and biochemical properties of tibiae of seven- an seventy-two-week-old male and female broiler breeder chickens. *Poultry Science* 78:1232-1239.

Rebolé, A.; Ortiz, L. T.; Rodríguez, M. L.; Alzueta, C.; Treviño, J. and Velasco, S. 2010. Effects of inulin and enzyme complex, individually or in combination, on growth performance, intestinal microflora, cecal fermentation characteristics, and jejunal histomorphology in broiler chickens fed a wheat- and barley-based diet. *Poultry Science* 89:276-286.

Rostagno, H. S.; Albino, L. F. T.; Donzele, J.L. Gomes, P. C.; Oliveira, R. F.; Lopes, D. C.; Ferreira, A. S.; Barreto, S. L. T. and Euclides, R. F. 2011. Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais. 3.ed. UFV, Viçosa, MG.

Sakomura, N. K.; Longo, F. A.; Rabelo, C. B.; Watanabe, K.; Pelícia, K. and Freitas, E. R. 2004. Efeito dos níveis de energia metabolizável da dieta no desempenho e metabolismo energético de frangos de corte. *Revista Brasileira de Zootecnia* 33 supl. 1.

SAS. 2011. SAS STAT 9.3. User's' Guide. Cary, NC: SAS Institute Inc. p.261.

Seedor, J. G.; Quartuccio, H. A. and Thompson, D. D. 1991. The biophosphanate alendronate (MK-217) inhibit bone loss due to ovariectomy in rats. *Journal of Bone and Mineral Research*. 6:265-270.

Silva, J. H. V.; Lima, R. B.; Lacerda, P. B.; Oliveira, A. C. 2014. *Nutrição de Ruminantes. Seção II – Digestão e metabolismo dos nutrientes*, cap 2:64-76.

Sorbara, J. O. B.; Murakami, A. E.; Nakage, E. S.; Piracés, F.; Potença, A. and Guerra, R. L. H. 2009. Enzymatic programs for broilers. *Brazilian Archives of Biology and Technology* 52:233-240.

Tavernari, F. C.; Carvalho, T. A.; Assis, A. P. and Lima, H. J. D. 2008. Polissacarídeo não amiláceo solúvel na dieta de suínos e aves. *Revista Eletrônica Nutritime* 5:673–689.

Waibel, P.E. and Mraz, F.R. 1964. Calcium, strontium and phosphorus utilization by chicks as influenced by nutrition and endocrine variations. *Journal of Nutrition* 84:58-64.

Whitehead, C.C.; Dewar, W.A. and Downie, J.N. 1971. Effect of dietary fat on mineral retention in the chick. *British Poultry Science* 12:249-54.

Williams, M. P.; Brown, B.; Rao, S.; Lee, J. T. 2014. Evaluation of beta-mannanase and NSPase inclusion separately or intermittently in reduced energy diets fed to male

broilers on performance parameters and carcass yield. *Journal of Applied Poultry Research*. 23:715-723.

Williams, M. P.; Klein, J. T.; Wyatt, C. L.; York, T. W. and Lee, J. T. 2014. Evaluation of xylanase in low-energy broiler diets. *Journal of Applied Poultry Research* 23:188-195.

Wu, Y. B.; Ravindran, V.; Thomas, D. G.; Birtles, M. J. and Hendriks, W. 2004. Influence of phytase and xylanase, individually or in combination, on performance, apparent metabolisable energy, digestive tract measurements and gut morphology in broilers fed wheat-based diets containing adequate level of phosphorus. *Poultry Science* 45:76-84.

Wyatt, C. et al. Mechanisms of action for supplemental NSP and phytase enzymes in poultry diets. In: *Poultry Nutrition Conference*. 35, Carolina Feed Ind. Assoc. Raileigh, NC. p.1-11, 2008.

Xu, Z. R.; Hu, C. H.; Xia, M. S.; Zhan, X. A. and Wang, M. Q. 2003. Effects of dietary fructooligosaccharide on digestive enzyme activities, intestinal microflora and morphology of male broilers. *Poultry Science* 82:1030–1036.

Yason, C. V.; Summers, B. A. and Schat, K. A. 1987. Pathogenesis of rotavirus infection in various age groups of chickens and turkeys: pathology. *American Journal of Veterinary Research* 6:927–938.

Zhang, L.; Xu, J.; Lei, L.; Jiang, Y.; Gao, F. and Zhou, G. H. 2014. Effects of Xylanase Supplementation on Growth Performance, Nutrient Digestibility and Non-starch Polysaccharide Degradation in Different Sections of the Gastrointestinal Tract of Broilers Fed Wheat-based Diets. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences* 27:855-861.

Zhou, Y.; Jian, Z.; Lv, D. and Wang, T. 2009. Improved energy-utilizing efficiency by enzyme preparation supplement in broiler diets with different metabolizable energy levels. *Poultry Science* 88:316-322.